

Himmel und Erde

Gesellschaft Urania. Berlin





Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Himmel und Erde.

Illustrierte
naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA ZU BERLIN.

Redakteur: **Dr. P. Schwahn.**

XVI. Jahrgang.



BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1904.

Verzeichnis der Mitarbeiter

am XVI. Bande der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde".



Inhalt des sechzehnten Bandes.

Grössere Aufsätze.

Mitteilungen.

Bibliographisches.

Himmelserscheinungen.



Namen- und Sachregister
zum sechzehnten Bande.



Die Grundbegriffe einer rein mechanischen Naturerklärung.*)

Von Dr. K. T. Fischer,
a. o. Professor der K. Technischen Hochschule München.

Seit die Menschen denken können, haben sie versucht, sich die Vorgänge, die sie um sich sehen, nach ihren menschlichen Begriffen zurecht zu legen. Wir wissen, dafs eine Kerze in der Luft brennt, und dafs dies daher kommt, dafs der Sauerstoff sich mit dem Stearin (d. i. mit Kohlenwasserstoffen) verbindet und dabei eine starke Wärme entwickelt wird, die sich in der Flamme äufsert. Das Produkt der Verbindung ist Wasserdampf und ein Gas, das man Kohlensäure nennt. Letztere ist das Gas, das wir aufser dem atmosphärischen Stickstoff ausatmen, wenn wir in unserem Körper den eingeatmeten Sauerstoff zur Verbrennung der Nahrung verbraucht haben. Wir wissen ferner, dafs die Kerze in Kohlensäure nicht zu brennen vermag.

Versuch: Eine Kerze wird in ein ca. 1 Liter fassendes Becherglas gestellt, welches einmal gewöhnliche Luft enthält und einmal vor dem Einbringen der Kerze mit Kohlensäure gefüllt wird. Die Kohlensäure wird entweder direkt durch ein nicht zu enges, bis auf den Boden reichendes Glasrohr in das Becherglas hineingeatmet, oder mittelst Marmor und Salzsäure im Kippschen Apparat erzeugt und durch das Glasrohr eingelassen.

Die alten Griechen hätten sich diesen Vorgang so erklärt, dafs Liebe und Hafs die einzelnen Stoffe veranlafst, sich entweder zu vereinigen oder abzustofsen. Sauerstoff und Stearinpartikelchen würden in dieser Auffassung einander zugetan sein, Kohlensäure dagegen

*) Nach einem im Münchener Volksbildungsverein gehaltenen Experimentalvortrag bearbeitet.

würde gegen die Stearinpartikeln Abneigung haben. Was die griechischen Philosophen mit dieser Erklärung tatsächlich getan haben, ist nur, dafs sie die ihnen zunächst ganz fremde Erscheinung des Brennens einer Kerze, d. h. die Verbindung von Sauerstoff mit Stearin, bezw. die Nichtvereinigung von Kohlensäure und Stearin, auf Erscheinungen zurückführten, welche sie aus dem Leben kannten, wo Liebe und Hafs die Menschen zu gegenseitiger Unterstützung oder Vernichtung treibt.

Nach dem modernen Standpunkt macht man sich zunächst keine bestimmte Vorstellung über das Brennen der Kerze, man sieht erst nach, was geschieht. Da zeigt die Erfahrung, dafs Fett oder Stearin mit Sauerstoff verbrennt, dafs dagegen Fett mit Kohlensäure nicht verbrennt. Wir können ferner durch den Versuch sehen, dafs bei der Verbrennung ein Gas entsteht, nämlich Kohlensäure, d. i. Verbindung (Verbrennungsprodukt) von Kohle und dem wesentlichen Bestandteile aller Säuren, dem Sauerstoff. Wir beobachten soweit einfach, was in der Natur geschieht. Aber dann können wir einen Schlufs ziehen, nämlich: wenn die Kerze beim Verbrennen Kohlensäure entwickelt, so mufs eine Kerze im abgeschlossenen Raume verlöschen, da sie beim Brennen je länger, je mehr Sauerstoff aus der Luft verzehrt und Kohlensäure entwickelt.

1. Versuch: Über eine brennende, niedrige Kerze wird das oben genannte Becherglas gestülpt; die Kerze verlischt nach ca. $1/_2$ Minute. Am oberen Teile des Becherglases schlägt sich innen Tau (Verbrennungsprodukt, Wasserdampf) nieder, der bei Beleuchtung mit einer matten Glühlampe weithin sichtbar ist.

Warum aber der Sauerstoff und das Stearin sich verbinden, darüber machen wir zunächst keinen weiteren Erklärungsversuch, weil wir vorläufig nichts anderes tatsächlich beobachten, auf das wir die Hinneigung des Sauerstoffs zum Stearin zurückführen könnten.

Dies einfache Beispiel soll eine wesentliche Forderung illustrieren, welche wir an uns stellen müssen, wenn wir Naturvorgänge erklären wollen, nämlich die Forderung, nicht eine Erklärung zu geben, welche lediglich unserem Gehirne entsprungen ist, sondern zunächst objektiv die einzelnen Momente festzustellen, welche beim tatsächlichen Vorgang auftreten, und erst dann aus beobachteten Momenten auf schon bekannte oder neue zu schliefsen. Die Welt und zwar auch die unscheinbare leblose Materie, die nicht gut oder böse genannt werden kann, müssen wir erst kennen lernen, wenn wir sie verstehen wollen.

Das Gesetz vom Beharrungsvermögen oder der Trägheit der Materie.

2. Als zweites Beispiel wollen wir eine Frage nehmen, die wohl seit Jahrtausenden gestellt worden ist: warum bewegen sich die Planeten, insonderheit unsere Erde, auf ungefähr kreisförmigen oder genauer elliptischen Bahnen um die Sonne?

Die Alten hatten die Antwort sehr einfach zusammenphilosophiert. Es käme, sagten die Griechen, daher, daß die Kreisbewegung die einfachste Bewegung wäre; ein Körper beschreibe, wenn man ihn sich selbst überlasse, eine kreisförmige Bahn, weil — und das ist sehr wichtig — nur bei der Kreisbewegung ein Körper im Laufe der

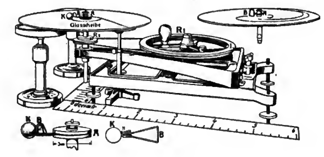


Fig. 1.

Zeit immer wieder in seine alte Lage zurückkehre. Es hat diese Ansicht etwas Bestechendes und wird auch heutzutage vom Laien noch ausgesprochen, sie ist aber falsch und übereilt. Wir können nicht aus uns heraus entwickeln, wie ein Körper sich bewegt, wenn er sich selbst überlassen wird; wir müssen erst die Natur darüber befragen, d. h. wir müssen ein Experiment*) anstellen:

Ich lasse mit Hilfe einer Schwungmaschine (Fig. 1) eine Kugel K im Kreise rotieren; sie zeichnet ihre Bahn auf einer berußten und feststehenden Glastafel, welche zentral durchbohrt ist, ab. Zunächst ist die Kugel durch einen Ansatz H von einer an der Drehachse befestigten Feder B gehalten und beschreibt auf der Glastafel einen

*) Dieser und die folgenden Versuche sind eingehend beschrieben in K. T. Fischer, Neuere Versuche zur Mechanik der festen und flüssigen Körper. 65 S. Teubner 1902.

Kreis. Wenn die Drehung rascher erfolgt, schlüpft die Nase H aus der Feder B, und die Kugel bewegt sich auf der Glasplatte horizontal frei ohne äufsere Einwirkung weiter. Welche Bahn beschreibt sie?

Der Versuch ergibt, dafs die Bahn eine gerade Linie ist (Fig. 2, A).

Ihre Richtung ist diejenige, welche der Körper in dem Momente hat, in dem er aus der Feder entschlüpft, also frei wird, d. h. in der Sprache der Geometrie: die Richtung ist die Tangente, welche die Kurve in jenem Punkte hat, in dem der Körper frei wird. Die Kugel würde sich immer mit gleicher Geschwindigkeit weiterbewegen, wenn die Glasplatte grofs genug und gar keine Reibung vorhanden wäre. Je besser man die Reibung vermeidet, um so genauer gilt das Gesetz, das uns hier als Erfahrungstatsache entgegentritt und den Namen Beharrungs- oder Trägheitsgesetz führt (gefunden von Galilei 1638): Kein Körper kann von selbst aus der Ruhe in Bewegung übergehen, auch nicht von selbst seine Richtung und Geschwindigkeit ändern. Wo ein Körper seinen Zustand, seine Richtung oder Geschwindigkeit ändert, ist eine Einwirkung seitens eines zweiten Körpers oder mehrerer Körper erkennbar, welche wir „Kraft" nennen, und zwar in Erinnerung an die Muskelkraft, deren sich lebende Wesen bedienen, um Bewegungen zu verursachen oder zu verändern. Bei unserem Versuche ist die Einwirkung oder Kraft die Feder gewesen; sie hörte mit dem Momente des Freiwerdens der Kugel auf.

Wir sind nicht ganz vorsichtig gewesen, wenn wir schlechtweg sagten, der Körper beschreibe eine gerade Linie. Wir müfsten genauer hinzufügen: relativ zur Umgebung, welche selbst ruht, also etwa relativ zu uns. Wenn wir z. B. den Körper auf eine mit der Feder rotierende Platte aufsetzen und dasselbe Experiment (Fig. 1 rechts) ausführen, so sehen wir, dafs zwar relativ gegen uns auch noch dasselbe geschieht wie vorher, d. h. die Kugel nach dem Freiwerden eine gerade Linie beschreibt, dagegen beschreibt sie relativ gegen die rotierende Platte eine spiralige Kurve.

Der Versuch ergibt die in Fig. 2, B dargestellte Kurve.

Nach E. Mach müfsten wir oben sagen, der sich selbst überlassene Körper beschreibe eine gerade Linie relativ gegen den Fixsternhimmel.

Das Gesetz vom Beharrungsvermögen ist das Grundgesetz aller Materie. Alles, was wir fühlen, greifen und auf der Wage wägen

können, alle Materialien, z. B. Holz, Stein, Wasser, Luft, gehorchen ihm und gehorchen ihm überall; auch sehen wir hier auf der Erde oder auf dem Monde oder der Sonne dieses Gesetz erfüllt, ja in dem grofsen

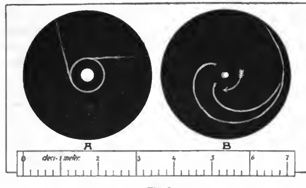


Fig. 2.

Laboratorium unseres Weltschöpfers, dem Himmelsraume, finden wir dasselbe viel vollkommener bestätigt als in dem beschränkten Gebiete unserer physikalischen Institute. Aus dem genannten Erfahrungssatz verstehen wir sofort folgenden Versuch:

Es wird ein Glas zum Teil mit Wasser gefüllt und an einer Schnur befestigt (Fig. 3). Bewegt man das Glas im Kreise herum, so fliefst das Wasser nicht aus, denn es will immer in gerader Linie, also vom Kreise fortfliegen, wird also gegen das Glas drücken, statt aus dem Glase auszulaufen. Es wird dadurch aber auch meine Hand von dem Glase gewissermafsen fortzuziehen versucht und so die Schnur gespannt. Es mufs, wie man sagt, eine nach dem Zentrum der Kreisbewegung gerichtete Kraft, die „Zentripetalkraft", auftreten, und diese Kraft wird um so stärker sein müssen, je rascher die Drehung erfolgt und je gröfser der Radius des Kreises ist. Die genaue mathematische Verfolgung des Vorgangs zeigt, dafs die Kraft im selben Verhältnis wie das Quadrat der Geschwindigkeit des Körpers zunimmt und im gleichen Verhältnisse abnimmt, in dem der Radius des Kreises wächst.

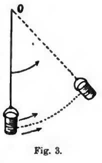


Fig. 3.

3. Verstehen wir jetzt vielleicht, warum die Planeten sich ungefähr in kreisförmigen Bahnen um die Sonne bewegen? Wenn jeder Planet durch eine Kraft von der Sonne angezogen wird, wenn gewissermafsen etwas zwischen Sonne und Planeten ähnlich wirkt wie unsere Schnur, so dafs die Hand die Sonne, das Glasgefäfs mit Wasser den Planeten und die Spannung in der Schnur die Kraft veranschaulicht, die wir freilich nicht direkt sinnlich wahrnehmen können, die aber vorhanden ist, dann wäre uns die Planetenbewegung ebenso verständlich wie die des Glases Wasser. Wäre keine Kraft vorhanden, welche Planeten und Sonne gewissermafsen aneinander bindet, so würden die Planeten nach dem Trägheitsgesetze in geraden Bahnen, der eine dahin, der andere dorthin sich bewegen und ohne Zusammenstofs nie wieder in ihre alte Lage zurückkehren. Der Engländer Newton (1642—1726) hat zuerst die Vermutung ausgesprochen, dafs in der Tat eine solche Kraft zwischen Sonne und Erde vorhanden sei, ja, dafs sie überhaupt immer zwischen zwei materiellen Körpern auftrete; es hat dann Cavendish (1798) durch den Versuch gezeigt, dafs zwei Körper sich stets anziehen, ohne dafs man besonderes an ihnen wahrnimmt. Zwei 10-Kilostücke, deren Mittelpunkte 10 cm voneinander entfernt sind, suchen sich mit einer Kraft zu nähern, welche dem Gewicht von ca. $^7/_{1000}$ mg entspricht. Das ist eine recht kleine Gröfse, und kein Wunder, wenn wir sie ohne besonderes Studium gar nicht bemerken, weil die Reibung auf der Unterlage unvergleichlich viel gröfser ist. Ein 1000-Kilostück würde das 10-Kilostück bereits mit 7 mg anziehen und ein 1000-Kilostück ein anderes 1000-Kilostück mit 7000 mg, falls die Entfernung der Mittelpunkte in allen Fällen 10 cm bliebe — das wäre schon 7 g. Sonne und Planeten sind trotz der grofsen Entfernungen voneinander durch Kräfte aneinander gehalten, welche ausreichen, um die Planeten vom Verlassen der elliptischen Bahn abzuhalten, und zwar weil die Planeten und namentlich die Sonne so ungeheure Gröfse haben.

Die Kraft, von welcher wir hier reden, nennt man in der Physik die allgemeine Gravitationskraft. Gravitationskraft heifst auf deutsch Schwerkraft, d. i. die Kraft, welche die Körper auf der Erde schwer oder leicht erscheinen läfst. Wir werden sogleich sehen, dafs in der Tat die Schwerkraft ein spezieller Fall der allgemeinen Körperanziehung sein mufs, wenn unsere Vermutung, dafs eine solche existiert, sich als richtig erweisen soll. Die Erde mufs doch 1 Kilostück ebenso gewifs anziehen wie 1 Kilostück ein anderes, da die Erde aus demselben Material besteht wie die anderen Körper. Nun die tägliche

Erfahrung zeigt uns, dafs Körper zur Erde fallen. Der Teller, der unserer Hand entgleitet und auf dem Boden wegen der Geschwindigkeit, die er beim Fallen erfährt, zerbricht, zeigt dies so gut, wie der Regen, der zur Erde niederfällt. Auch das genauere Studium zeigt dasselbe. Wir wollen uns einmal genau ansehen, wie ein Körper frei fällt.

Ich habe hier (Fig. 4) eine berufste Glasplatte DD, welche durch einen dünnen Faden R aufgehängt ist. Wenn ich den Faden abbrenne, so fällt die Platte. Um zu sehen, wie sie fällt, lasse ich eine Stimmgabel, die mit der Holzklammer K angeregt wurde, damit ihre Zinken in vibrierende Bewegung geraten, auf der Platte Aufzeichnungen machen. An der einen Zinke ist nämlich ein dünner Stahlstift befestigt, welcher auf der berufsten Platte gerade aufliegt und in den Rufs eine Kurve einritzt.

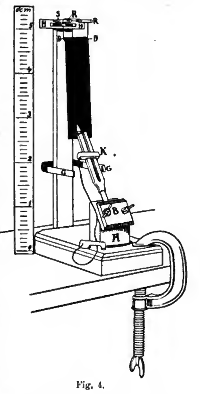


Fig. 4.

Die Aufzeichnung läfst uns erkennen, ob die Bewegung der Platte gleichmäfsig geschah oder nicht, wenn die Stimmgabel immer die gleiche Zeit zu einer Schwingung braucht, was tatsächlich der Fall ist. Bis die Stimmgabelzinke wieder in die alte Lage kommt, ist die Platte jeweils ein Stück weit gefallen, und so können wir an der eingeritzten Kurve direkt ablesen, welche Wege die Platte in gleichen Zeitintervallen (Schwingungsdauer der Gabel) zurückgelegt hat.

4. Fall-Versuch. Ich setze die Stimmgabel in Schwingungen indem ich die Klemme K abziehe und brenne den Faden ab. Die Platte fällt und zeichnet die Kurve der Fig. 5 (Kurve mit 0 gr. bezeichnet) auf. Legt man einen Mafsstab über die Kurve und mifst den Abstand ihrer Windungen aus, so kann man berechnen, wie die

Bewegung zugenommen hat. Bestäubt man die Platte mit Hilfe eines Spray-Apparates, wie er beim Inhalieren verwandt wird, mit einer Schellack-Alkohol-Lösung, so kann ohne Gefahr eine Millimeterskala (Fig. 6) über dieselbe gelegt werden. Man erkennt deutlich, wie die Strecken, um welche die Platte während eines Hin- und Herganges der Stimmgabelzinke gefallen ist, immer gröfser wurden, je länger der Fall gedauert hat.

Nimmt man als Zeitintervall je 3 Vollschwingungen (Dauer einer solchen $\tau = \frac{1}{256}$ sec) an und mifst, welche Strecken die Platte in den ersten 3, 6, 9 usw. Perioden gefallen ist, so ergibt sich die folgende Tabelle aus der Fallkurve:

Tabelle.

Volle Schwingungsdauer der Stimmgabel $\tau = \frac{1}{256}$ sec; Längen in mm.

Fallzeit	Fallraum	Weg $s_1\, s_2\, s_3 \ldots$ in dem 1. 2. 3. … Intervall 3τ	Durchschnittl. Weg pro τ sec $v'_n = \frac{s_n}{3}$ (Geschw. pro τ)	Durchschnittl. Geschwindigkeit v_n in mm pro sec berechnet	Zuwachs der Geschwindigkeit pro 3τ sec
1×3τ	2.0				
2×3τ	5.3	3.3	1.1_0	1.10×256	
3×3τ	9.8	4.5	1.5_0	1.50×256	0.40
4×3τ	15.8	6.0	2.0_0	etc.	0.50
5×3τ	23.0	7.2	2.4_0	etc.	0.40
6×3τ	31.7	8.7	2.9_0		0.50
7×3τ	41.6	9.9	3.3_0		0.40
8×3τ	53.0	11.4	3.8_0		0.50
9×3τ	65.3	12.8	4.2_7		0.47
10×3τ	80.0	14.2	4.7_3		0.46
11×3τ	95.4	15.4	5.1_3		0.36
12×3τ	112.3	16.9	5.63		0.50
13×3τ	130.6	18.3	6.10		0.47
14×3τ	150.2	19.6	6.53		0.43
15×3τ	171.0	20.8	6.93		0.40
16×3τ	193.0	22.0	7.33		0.40

Mittelwert: 0.44_2

Der Zuwachs der durchschnittlichen Geschwindigkeit v_n pro 3τ Sekunden, ausgedrückt in $\frac{\text{mm}}{\text{sec}}$, wäre demnach $0.44_2 \times 256$; und der Zuwachs pro 1 Sekunde wird:

$$g = \frac{0.44_2 \times 256}{3\tau} = \frac{0.44_2 \times 256^2}{3}$$

$$= 0.147 \times 256^2$$

$$= 96.5 \times 100 \frac{\text{mm}}{\text{sec}^2} \text{ oder}$$

$$= 965 \frac{\text{cm}}{\text{sec}^2}.$$

Wir sagen in einem solchen Falle, der Körper habe eine **gleichförmig beschleunigte** Bewegung ausgeführt, im Gegensatz zu der gleichförmigen Bewegung, die dann vorhanden ist, wenn die Geschwindigkeit mit der Zeit sich nicht ändert, d. h. wenn der Körper zu allen Zeiten dieselbe Geschwindigkeit wie zu Anfang beibehält.

Die angeführte Zahl für die Beschleunigung, d. i. den „Geschwindigkeitszuwachs pro Sekunde", ist etwas kleiner, als sie sich ergibt, wenn man die Versuche oft wiederholt und die Reibung der Schreibspitze, sowie den Luftwider-

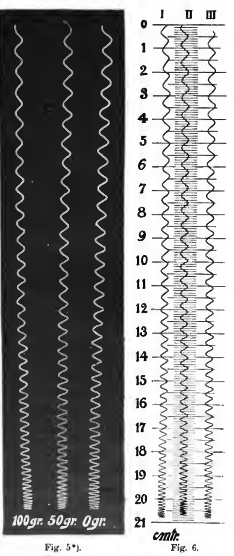


Fig. 5*). Fig. 6.

*) Hier sind 3 Kurven dargestellt, welche sich ergeben, wenn die Platte bezw. mit 0 gr., 50 gr., 100 gr. überschüssiger Belastung versehen ist.

stand, welchen die fallende Platte erfährt, tunlichst vermindert. Die besten, zum Teil nach anderen Methoden, namentlich aus Peudelhewegungen gefundenen Werte der Schwerebeschleunigung liefern das Mittel:

$g = 980.6 \frac{cm}{sec^2}$ für einen unter 45° geographischer Breite liegenden Ort.

Es wird also die Geschwindigkeit eines frei fallenden Körpers nach jeder Sekunde um rund 981 $\frac{cm}{sec}$ wachsen, d. h. nach der ersten Sekunde hat er die Geschwindigkeit 981 cm per Sekunde, am Schlusse der zweiten Sekunde 2 × 981 cm usw.

g heifst allgemein die Beschleunigung des freien Falles auf der Erde (auch kurz Fallheschleunigung). Dieser Zahlenwert bleibt erfahrungsgemäfs derselbe, welche Körper man auch frei fallen läfst, einerlei aus welchem Stoffe sie hestehen und welche Gröfse, Gestalt, Temperatur oder Aggregatzustand sie haben — solange man nur den Fall frei vor sich gehen läfst, d. h. störende Nebenumstände, wie Reibungen oder Luftwiderstand ausschliefst, und keine anderen als rein senkrechte Bewegungen für alle Teilchen des Körpers eintreten. Diese Unahhängigkeit des freien Falls vom Material und der Gestalt des Körpers ist aus Fig. 5 ersichtlich; sie gibt drei auf derselhen Platte nacheinander aufgenommene Kurven getreu wieder, die dadurch erhalten wurden, dafs man einmal die Platte allein, dann die mit 50 g Bleidraht und schliefslich mit 100 g Messing helastete Platte in der geschilderten Weise fallen liefs.

Es hestätigen somit alle Versuche, dafs alle Körper, wie auch wir selhst, durch eine Anziehungskraft zur Erde hingezogen werden.

5. Hier haben wir den Fall einer Platte verfolgt. Wie verhält es sich aber mit der Erde? Sollte diese nicht auch in Frage zu ziehen sein, nachdem wir annehmen müssen, dafs die Anziehung zwischen Erde und Platte spielt? Freilich dürfen wir die Erde nicht aufser Betracht lassen! Aher hier liegt eine grofse Ungleichheit vor, was die Masse anbelangt. Die Platte ist nur ein kleines Ding gegenüher der Riesin Erde. Wir wollen hier (Fig. 7) eine Zinkwalze A durch eine Spiralfeder mit einer leichten Rolle B verbinden; die Spiralfeder soll die gegenseitige Anziehung versinnlichen. Ich entferne A und B voneinander, wodurch ich gleichzeitig die Feder spanne, und lasse plötzlich A und B im selben Augenblicke frei. Die Zinkwalze geht dann nur wenig vom Platze, während die kleine Rolle einen grofsen

Weg mit rasch zunehmender Geschwindigkeit zurücklegt. Also: der massigere, gröfsere Körper wird durch dieselbe Einwirkung langsamer in Bewegung gesetzt als der kleinere, leichtere. Genau so verhält es sich mit der Erde; wo immer zwei Körper miteinander in Wechselwirkung treten, müssen beide eine Veränderung erfahren.

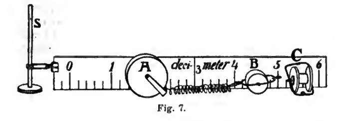


Fig. 7.

Nehmen wir z. B. einen kleinen Elektromotor (Fig. 8). Es bewegt sich in ihm ein drehbarer Teil A, der sogenannte Anker, gegen einen feststehenden Teil, den Magneten M, wenn man dem Elektromotor einen elektrischen Strom zuführt. Diese beiden Teile wirken wechselseitig aufeinander. Um dies zu zeigen, hänge ich den Motor so auf, dafs beide Teile freies Spiel haben und nicht der eine, der Magnet, durch den Tisch in seiner Bewegung gehindert wird. Man sieht dann, dafs der eine Teil in einem Sinne rotiert, der andere im entgegengesetzten Sinne.

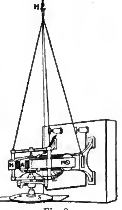


Fig. 8.

Oder wir nehmen eine elektrische Eisenbahn (Fig. 9), die auf einem beweglichen Gleise fahren kann, indem das kreisförmige Gleise etwa auf die Achse eines Velocipedpedals aufgeschraubt ist, dessen Rahmen auf einem Zeichenbrett bei P festgeklemmt ist: Der Eisenbahnwagen kann nur dadurch vorwärts kommen, dafs seine Räder gegen die Schienen drücken und dafs zwischen Rädern und Schienen Reibung besteht. Es wird also zwischen Schienen und Wagenrädern ein Druck auftreten; dieser treibt die Schienen nach rückwärts, den Wagen nach vorwärts, und deswegen bewegt sich sowohl die Schiene als auch der Wagen, wenn man die Schienen nicht fest mit der Erde verbunden hat.

Ich habe hier zwei Beispiele vorgeführt, welche ein zweites, ganz allgemeines, durch die Erfahrung gegebenes mechanisches Prinzip vor Augen führen sollen: das *Prinzip der Gleichheit von Aktion und Reaktion* oder *von Wirkung und Gegenwirkung*. Wir können es so aussprechen: *Wenn zwei Körper aufeinander eine Wirkung ausüben, so äufsert sich diese an jedem von ihnen, und zwar ist die Wirkung auf den einen Körper entgegengesetzt gerichtet, wie die auf den andern. Die Gröfse der Wirkung auf den einen Körper ist gleich der Gegenwirkung auf den andern.*

Wiederholen wir noch einmal den Versuch mit den beiden durch eine Spiralfeder verbundenen Walzen (Fig. 7). Wenn wir die Wechselwirkung durch die Spiralfeder uns anschaulich machen, welche die zwei Walzen verbindet, so ist ja klar, dafs die Spiralfeder beide Körper gleich stark ziehen wird, nur nach entgegengesetzten Richtungen. Hierin ist das Prinzip der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung ausgesprochen.

6. *Der Massenbegriff.* *Warum bewegen sich* aber dann *die beiden Walzen*, wenn die eine grofs und die andere klein ist, *verschieden?* Das ist eine Frage, die sich sofort aufdrängen mufs, und die in der Tat eine wichtige Rolle in der Mechanik spielt. Wir können sie nicht so einfach beantworten. Wären die beiden Körper aus gleichem Material, so würde es uns ja nicht wundern, wenn der gröfsere Körper sich langsamer bewegt als der kleinere; denn im Leben sehen wir täglich, dafs gröfsere Körper träger sind als kleinere. Aber das Merkwürdige ist, dafs manchmal auch Körper aus verschiedenem Stoff, von verschiedener Form, Gröfse oder Temperatur durch ein und dieselbe Bewegungsursache *in die gleiche* Bewegung versetzt werden.

Massenversuch: Ich habe hier (Fig. 7) eine Walze aus Holz A, eine aus Blei B und eine aus Messing C; die Formen sind recht verschieden und auch das Material. Ich will die Feder zwischen zweien von ihnen anspannen und dann freilassen. Es treffen sich dann die Körper genau in der Mitte, wenn ich sie gleichzeitig freigebe. Man würde in der Tat bei genauerem Zusehen finden, dafs die Körper die gleiche Bewegung machen, namentlich wenn wir die Drehung der Walzen ganz verhindern könnten. Was ist nun das, was die Körper veranlafst, sich so gleich zu verhalten in bezug auf das „Inbewegunggesetztwerden“. Die Farbe ist es nicht, der Stoff ist es auch nicht. Wir finden überhaupt äufserlich nichts, was die beiden

Walzen gleich haben; wir müssen uns daher damit begnügen, zu konstatieren, dafs eine Eigenschaft ihnen gemein ist, und wollen, so lange wir einen inneren Grund nicht finden können, wenigstens einen Namen einführen! Wir wollen sagen, die Körper haben gleiche Masse oder sie haben dieselbe Trägheit. Die grofse Zinkwalze und die kleine Bleiwalze, werden wir dann folgerichtig sagen, haben verschiedene Massen oder verschiedene Trägheit, wenn wir etwa sehen, dafs sie durch dieselbe Bewegungsursache in verschiedene Bewegung gesetzt werden. Wir wollen aber noch genauere Angaben machen, um zahlenmäfsige Unterscheidungen treffen zu können. Wir wollen jedem Körper eine bestimmte Zahl zuweisen, durch die wir angeben, wie träge er ist, d. h. wie leicht er in Bewegung gesetzt werden kann. Und diese Zahl wollen wir Massenzahl oder kurzweg Masse nennen. Am besten geschieht dies so, wie die Entwickelung der Mechanik gezeigt hat, dafs man jeden Körper, dessen Massenzahl bestimmt werden soll, einer und derselben äufseren Einwirkung unterwirft, und diese Einwirkung gleich stark sein läfst, also etwa eine gespannte Feder nimmt. Es wird

Fig. 9.

dann der Körper wie die freifallende Platte in Bewegung kommen, und seine Geschwindigkeit wird im selben Mafse wachsen wie die Zeit, während der er sich bewegt hat. Er wird eine gleichförmig beschleunigte Bewegung ausführen. Wir nehmen irgend einen Körper, z. B. 1 ccm Wasser von 4^0 Celsius, das wir etwa erst zu Eis gefrieren lassen, damit wir mit ihm leichter Versuche anstellen können. Mit diesem Körper, den wir 1 Gramm nennen, wollen wir alle Körper vergleichen und wollen sagen: die Masse dieses Körpers wollen wir die Masse 1 nennen. Derselbe erfahre durch eine bestimmte Einwirkung, etwa eine immer gleich stark gespannt erhaltene Spiralfeder, einen immer gleich starken Antrieb, oder, wie wir gleich sagen wollen, eine gleich starke Kraft. Wir sehen nun zu, welchen Geschwindigkeitszuwachs er in der Sekunde erfährt; beispielsweise betrage derselbe 10 Meter in der Sekunde. Nehmen wir dann einen anderen Körper, dessen Massenzahl wir bestimmen wollen, lassen auf diesen dieselbe Feder, d. h. dieselbe Kraft, wirken und beobachten, welche Beschleunigung dieser jetzt erfährt. Ist seine Beschleunigung nur etwa $^1/_2$ mal so grofs wie die des Stückes Eis, so sagen wir — definieren also! — seine Masse sei zweimal so grofs als die des Eisstückes, oder kurz seine Masse sei diejenige von 2 Gramm, da wir die Masse des ccm Wasser 1 Gramm nannten. Ist die Beschleunigung nur ein Drittel, so sagt man, seine Masse sei diejenige von 3 Gramm. Allgemein sagt man mit dem Mathematiker: die Massenzahl m′ eines Körpers soll gegeben sein durch das umgekehrte Verhältnis der Beschleunigung b′ des Körpers und derjenigen h der Einheitsmasse, also

$m'/1 = b/b'$, so dafs $m' = \frac{h}{h'}$ in Gramm zahlenmäfsig ausgedrückt ist.

7. Für die Gröfse der Kraft wird man dann am einfachsten den Wert angeben, den wir erhalten, wenn wir die Beschleunigung mit der Massenzahl multiplizieren, also

$$m' \times b' = 1 \cdot b$$

würden wir als Kraft definieren, die in dem betreffenden Falle gewirkt hat. Da wir gewohnt sind, uns Kräfte durch gespannte Spiralfedern zu versinnlichen, so werden wir nach dieser Definitionseinführung sofort fragen, ob denn dann auch zwei fast gleiche und gleich gespannte Spiralfedern an derselben Masse m′ die doppelte Beschleunigung hervorbringen wie eine allein? Dies ist tatsächlich der Fall, und darum ist die genannte Definition der Kraft ein zweckmäfsiger Begriff, weil er einerseits aus den Bewegungsvorgängen

nahe gelegt ist und andererseits nicht im Widerspruch steht mit unserer, durch statische Vorgänge hervorgerufenen Vorstellung von Kräften.

8. Sie werden fragen, wozu denn diese Klügelei, wozu diese Namen und Einführungen? Der Grund ist der: hat man diese Begriffe eingeführt, die eigentlich nichts weiter sind als recht klare und bestimmte **Bezeichnungen** dessen, was wir beobachten können, so gelingt es uns in der Tat, alle rein mechanischen Bewegungen, auch kompliziertere, uns zurechtzulegen und — das ist die Hauptsache — zu **berechnen**. Die Berechnung der Bewegung der Himmels-

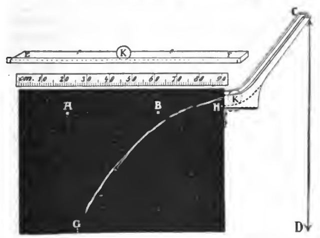


Fig. 10. Die Rinne E F kann in A B an das Reifsbrett angeheftet werden, damit man die Horizontalbewegung isoliert verfolgen kann.

körper und zahlloser Mechanismen, welche Menschenkunst erdacht hat, läfst sich mit den angeführten Erfahrungssätzen, dem Beharrungsgesetz, dem Gesetz von Wirkung und Gegenwirkung und dem Begriffe der Masse und Kraft, wie wir sie eingeführt haben, bewerkstelligen. Manches Spielzeug erklärt sich durch sie in einfacher Weise, z. B. die neuen Pariser Spielzeuge, welche das Gehen von Menschen nachahmen. Dahin gehört jene gehende Figur, bei welcher mittelst eines Federuhrwerkes pendelnde Verdrehungen der Füfse (aus Blei) gegen den Oberkörper bewirkt werden und infolge der Trägheit in den Momenten der Bewegungsumkehrungen ein Vorwärtsgleiten der Füfse auf einem glatten Tische eintritt.

9. Ein Gesetz habe ich noch anzuführen, nämlich den Erfahrungs-

satz, welcher uns sagt, wie sich ein Körper bewegt, der gleichzeitig verschiedene Bewegungen ausführen soll. Ich habe hier (Fig. 10) ein berufstes Reifsbrett und kann eine Kugel K fallen lassen, die erst ein Stück weit in einer Rinne CK geführt wird. Wegen der Schwerkraft wird die Kugel da, wo sie die Bahn verläfst, nach abwärts fallen, etwa um die Höhe, die H über G liegt; wegen der Bewegung auf der Rinne wird sie im Punkte K eine horizontale Geschwindigkeit haben und nach dem Trägheitsgesetze sich horizontal mit dieser Geschwindigkeit noch weiter bewegen. Die Erfahrung zeigt, dafs die Kugel beide Aufgaben zu erfüllen sucht; sie fällt nämlich um den vertikalen Abstand des Punktes H von G und kommt vorwärts um die horizontale Entfernung des Punktes G von H. Natürlich mufs sie dann nach G kommen; mathematisch gesprochen heifst das: sie befindet sich im vierten Eckpunkt des Parallelogramms, welches aus den Wegen, die die Kugel unter Einflufs der einzelnen Wirkungen zu machen hätte, konstruiert werden kann. Ebenso wie die Wege sich durch die Parallelogrammkonstruktion finden lassen, kann man auch die Beschleunigung, welche aus zwei verschiedenen Einzelbeschleunigungen resultiert, sowie auch die resultierende Kraft aus einem solchen Parallelogramm zeichnerisch und rechnerisch finden, da ja die Beschleunigungen und Kräfte aus den Wegen bestimmt sind.

10. Haben wir mechanische Vorgänge blofs unter Benutzung der Begriffe von Masse und Kraft und der Erfahrungssätze des Beharrungsvermögens, der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung und des Parallelogramms der Wege oder Kräfte uns verständlich gemacht und zahlenmäfsig richtig bestimmt, so gebraucht der Physiker dafür den Ausdruck, der Vorgang sei mechanisch erklärt. Erklären heifst also für den Naturforscher nichts weiter als Zurückführen komplizierterer auf einfachere Vorgänge und Begriffe. Ob die angeführten Begriffe die einfachsten sind, wissen wir nicht. Man hat vermutet, dafs Körper aus verschiedenen Stoffen deswegen gleiche Trägheit, d. h. gleiche Masse besitzen, weil alle Stoffe, auch die scheinbar verschiedenartigsten, aus einem und demselben Urstoff zusammengesetzt seien. Es würden danach auch die Atome der verschiedenen Körper sich aus einem und demselben Urstoff aufbauen; es würden die Urstoffteilchen oder „Corpuskeln“, wie sie der englische Physiker J. J. Thomson nennt, nur verschieden gruppiert zu sein brauchen, um nach aufsenhin und chemisch verschiedenartig zu wirken. Aber diese Anschauung ist noch nicht genügend sicher gestellt und noch nicht genügend zahlenmäfsig prüfbar gewesen. So lange dies aber nicht

geschehen kann, ist dieselbe von nicht allzu grofsem Werte. Sie ist nicht mehr als eine **Aneicht** oder **Hypothese**, aher noch keine gestützte Erklärung.

Die **Naturvorgänge überhaupt mechaniech erklären**, würde heifsen, **alles, was wir wahrnehmen, durch mechanische Vorgänge verständlich machen oder auf die angeführten mechanischen Grundhegriffe zurückführen.**

11. Den Druck, den ein Gas, das etwa in einen Ballon eingeschlossen ist, ausübt, kann man sich z. B. rein mechanisch erklären, indem man annimmt, dafs das Gas aus einzelnen kleinsten Teilchen, sogen. Molekülen, hesteht nnd diese mit grofser Geschwindigkeit his zu 1000 und mehr Metern in der Sekunde in dem Raume herumfliegen, in dem sie eingesperrt sind. Der Druck, den sie auf die Gefäfswand ausüben, würde einfach dem Druck entsprechen, den etwa eine bewegte Flintenkugel auf eine Wand ausübt, auf die sie stöfst.

Fig. 11. BC ist ein von Stativen getragenes Mannesmannrohr und trägt an Bindfäden Bleizylinder, die achsial durchbohrt und von einer Gummischnur GG durchzogen sind. Wird am einen Ende A eine Bewegung mit der Hand eingeleitet, so pflanzt sich dieselbe als „**Wellenbewegung**“ durch die Gummischnur fort.

Die Übertragung des Lichtes von der Sonne zu uns und zu unserem Auge hat man eich so zurecht gelegt, als wäre zwischen der Sonne und der Erde ein sehr feiner, leicht heweglicher Stoff, der sogenannte Weltäther, vorhanden. Auf der Sonne denkt man sich Teilchen in lebhafter schwingender Bewegung, wie sie ein Pendel ausführt, und diese schwingende Bewegung denkt man sich durch den Äther hindurch wie die Wellen auf einer Wasseroberfläche oder die

Wellen in dem Modell der zu unserem Auge übertragen (Fig. 11). — Diese mechanische Erklärung der Fortpflanzung des Lichtes ist bis in die neueste Zeit hinein mafsgebend gewesen und sehr genau mathematisch in ihren Einzelheiten verfolgt worden. In ähnlicher Weise, denkt man sich, werden die Störungen, welche das elektrische Funkenspiel in demselben Medium Weltäther hervorruft, an entferntere Punkte weitergetragen. Die drahtlose Telegraphie macht Gebrauch von der Fortpflanzung dieser Störungen, und vielleicht wird man durch die Versuche mit drahtloser Telegraphie noch genauere Einzelheiten über die Art der Ausbreitung solcher elektrischer Störungen, die von unserem Landsmanne, dem leider so früh verstorbenen Heinrich Hertz, zum ersten Mal im Jahre 1883 untersucht wurden, erfahren.

Über das, was in einer Flamme vor sich geht, hat schon der griechische Dichter Lucrez eine Ansicht ausgesprochen und gedacht es seien in der Flamme kleine Teilchen in lebhafter Bewegung, und die Flamme sei um so heifser, je lebhafter die Bewegung dieser kleinsten Teilchen sei. Es hat damit Lucrez bereits über die Flamme etwas ähnliches gedacht wie wir oben unter einem Gase, in dem wir auch rasch bewegte Moleküle annahmen, die den Druck des Gases hervorbringen sollten. Auch einen festen und flüssigen Körper kann man sich aus kleinsten Teilchen, sogen. Molekülen, bestehend denken, die nicht in voller Ruhe sind, sondern um bestimmte Lagen hin und herpendeln und herumrotieren. Führt man einem Körper Wärme zu, so würde das nichts anderes bedeuten, als dafs man diese Bewegung lebhafter mache. Das, was wir als Wärme empfinden, wäre hiernach nichts weiter als eine lebhafte Bewegung der kleinsten, wenn auch selbst mit dem stärksten Mikroskope nicht mehr wahrnehmbaren Teilchen, der sogen. Moleküle des Körpers, durch welche auch die Wellenbewegung im Weltäther veranlafst wird.

Recht verständlich werden uns dadurch folgende Vorgänge: Erhitzt man einen festen Körper stärker und immer stärker, so wissen wir, dafs er schmilzt. Jeder Körper, selbst Stein, kann geschmolzen werden, wenn man Temperatur und Druck passend wählt. Calciumcarbid entsteht ja so, dafs Kohle und Kalk im elektrischen Lichtbogen bis zum Schmelzen erhitzt werden; das Schmelzen tritt dann ein, wenn die kleinsten Teilchen des Körpers viel lebhafter und freier geworden sind, als es im festen Zustande der Fall ist. Bei noch weiterem Erhitzen tritt Verdampfung ein, die wir beim siedenden Wasser ja so deutlich beobachten können. In unserem mechanischen Bilde über die Konstitution der Materie ist dies so zu erklären, dafs in

einer stark erhitzten Flüssigkeit die kleinsten Teilchen zum Teil so enorme Geschwindigkeit annehmen können, dafs einzelne von ihnen aus der Flüssigkeit herausschiefsen und in den darüber befindlichen Raum als Dampf fortfliegen. Dafs der Schall durch mechanische Veränderungen der Luft oder durch das zwischen Schallquelle und unserem Ohre befindliche Zwischenmedium fortgepflanzt wird, ist eine uns heutzutage recht gut bekannte Tatsache. Es geschieht diese Fortpflanzung einfach in der Weise, dafs bei der Bewegung der Stimmgabelzinken oder der Luft in einer tönenden Pfeife in deren Umgebung kleine Druckschwankungen der Luft hervorgerufen werden, die sich einfach in derselben weiter fortverbreiten, bis sie an das Trommelfell des Ohres gelangen und dort die Schallempfindung in uns auslösen.

12. Aber wir kennen auch physikalische Erscheinungen, die wir noch nicht, ohne in Widersprüche zu geraten, auf rein mechanische Vorgänge zurückführen können, d. h. unter dem Bilde mechanischer Vorgänge uns deuten können. Als Beispiel will ich eine Wirkung des elektrischen Stromes anführen. Zwar eine Eigenschaft des elektrischen Stromes, nämlich aus einer Salzlösung ein Metall abzuscheiden, wie das in der Galvanoplastik geschieht, wäre noch mechanisch verständlich. Wir können einen solchen Metallüberzug herstellen, indem wir in Kupfervitriollösung 2 Platten eintauchen, eine Kupferplatte und eine Platinplatte. Wenn der elektrische Strom durch die Kupferplatte in die Vitriollösung eingeleitet und durch das Platinblech herausgeleitet wird, so schlägt sich an der Platinplatte Kupfer nieder. Gleichzeitig wird von der Kupferplatte Kupfer aufgelöst, und es sieht so aus, als ob die Elektrizität durch die Flüssigkeit transportiert würde, indem sie mit den Kupferteilchen wandert, welche an dem Kupferblech abgelöst und an dem Platinblech ausgeschieden werden. In der Tat ist dieses Bild durchaus zulässig, und wir hätten damit eine mechanische Erklärung der Elektrolyse. Allein eine andere wichtige Wirkung des elektrischen Stromes können wir uns nicht mehr mechanisch einfach zurechtlegen, nämlich die Ablenkung einer Magnetnadel, welche sich in der Nähe des den elektrischen Strom führenden Drahtes befindet.

Diese Erscheinung und noch gar manche andere kann man sich noch nicht auf einfache Weise mechanisch erklären. Könnte man auch diese und die anderen Erscheinungen, die ich nicht alle anführen will, auf rein mechanische Wirkungen zurückführen, so wären die Vorgänge, welche der Physiker studiert und welche an der leblosen Materie sich abspielen, mechanisch erklärt. Die Erklärungen könnten im Laufe der Zeit noch verbessert werden, wenn die mechanischen

Grundbegriffe und Grundgesetze, welche wir heute kennen gelernt haben, auf noch einfachere zurückgeführt werden könnten, d. h. wenn wir sie selbst wieder aus anderen, einfacheren Erscheinungen als der des Beharrungsvermögens, der Wirkung und Gegenwirkung usw. ableiten könnten. Es scheint dies aber wenig wahrscheinlich. Ja, es zweifeln heute wohl viele Physiker selbst daran, dafs es überhaupt einmal möglich sein wird, alle Erscheinungen der unbelobten Natur auf mechanische Weise zu erklären.

Wie viel weniger wahrscheinlich aber mufs es dann sein, dafs wir die Vorgänge des Lebens, die Gesetze der Entwickelung der Pflanzen und Tiere, die Betätigungen der Seele und unserer Empfindungen je mechanisch erklären können. Glaube und Liebe, Hafs, Freude und Trauer, Mitleid und Furcht, Entstehen und Verlöschen des Lebens können wir uns noch nicht durch einfache mechanische Vorgänge deuten. Fast möchte ich sagen, glücklicherweise. Denn so ist der Mensch, der Leib und Seele hat, eben doch noch mehr als ein Mechanismus, noch mehr als eine Maschine. Zwar viele Lebensbetätigungen, wie z. B. das Gehen, erfolgen mit derselben Regelmäfsigkeit wie die Bewegungen einer Maschine und gehorchen denselben mechanischen Gesetzen wie die Maschinen aus Stahl und Eisen, und mit derselben Ausnahmslosigkeit. Aber die Äufserungen und Empfindungen des Göttlichen im Menschen, der Psyche, bleiben frei von den Gesetzen, die das Staubgeborne verfolgen mufs, dem keine freie Seele innewohnt. Sollen wir das bedauern? Würden uns die herrlichen Werke unserer Schiller und Goethe, die launischen fröhlichen und traurigen Weisen eines Heine mehr ergreifen, wenn wir einen Mechanismus uns denken könnten, der sie entstehen liefs? Würden die Äufserungen und Empfindungen unserer Seele, die Anlage und Schicksale zur Auslösung bringen, eine höhere Weihe tragen, wenn wir sie mechanisch analysieren könnten? Könnten die Klage der Elsa, die Arie Sarastros, die aus der gemütvollen Seele Webers dringenden Akkorde im Freischütz mächtiger auf unsere Sinne wirken und die Gottesgabe Musik, welche die schönste und innerlichste, überall auf der Welt unmittelbar verständliche Seelensprache ist, uns tiefer rühren und mehr erfreuen, wenn wir blofs wüfsten, dafs die mechanische Bewegung der Stimmbänder rein mechanisch durch die Luft zu unserem Ohre fortgepflanzt wird? Sondern wenn wir auch einen Mechanismus uns denken könnten, nach dem diese mechanischen Eindrücke die Regungen unseres Herzens und Gemütes auslösen? Ich denke: nein!

13. Und darum wollen wir nicht trauern, wenn die Versuche, die psychischen Vorgänge mechanisch zu erklären, bisher alle gescheitert sind. Um so frischer und rastloser aber wollen wir daran arbeiten, zunächst die physikalischen Naturvorgänge dadurch genauer kennen zu lernen, dafs wir uns, so weit wie möglich, mechanische Erklärungen und Vorstellungen zu bilden versuchen. Im Kampfe mit der Materie ist die mechanische Denkweise ein starker Helfershelfer, wenn sie auch auf geistigem Gebiete hilflos ist wie ein Kind. Die grofsen Fortschritte der Technik ruhen auf dem Fundament der Mechanik, und wichtige Ideen und Forschungen sind aus dem Bedürfnis des Menschen hervorgegangen, sich die Vorgänge in der Natur, so weit wie möglich, mechanisch zu erklären.

Unverzagt wollen wir daran glauben, dafs auch in Zukunft der Menschheit durch unausgesetzte Versuche, unbekannte Erscheinungen durch die uns vertrautesten Vorgänge, nämlich die der Mechanik, zu erklären, mancher schöne Erfolg erkämpft werden kann, wenn auch unseres Altmeisters Goethe Wort ewig wahr bleiben wird: dafs „alles Vergängliche nur ein Gleichnis“ ist!





Die künstliche Darstellung organischer Naturprodukte.

Von Dr. **Martin Heidrich** in Berlin.

Wohin wir in der Natur auch blicken mögen, überall beobachten wir das Prinzip der Sparsamkeit. Betrachtest du z. B. die Blüte eines Hahnenfufses, die mit ihrem prächtigen, goldgelben Glanze der Wiese den ersten Frühlingsschmuck verleiht, genauer, so wirst du bemerken, dafs all diese Pracht nur der Oberseite der Kronenblätter zukommt, während die Unterseite, die ja nicht gesehen wird, bei weitem unscheinbarer gefärbt ist. Ähnliche Beobachtungen kannst du an jedem Organismus anstellen. Kaum aber dürfte es für die weise und sparsame Verteilung der gesamten Energie in dem Reiche der Natur einen besseren Beweis geben als den, dafs der Chemiker trotz der gröfsten Bemühungen, Naturprodukte künstlich herzustellen, blofs in sehr wenigen Fällen das ebenso hohe, wie erstrebenswerte Ziel erreicht hat. Nur unter Anwendung grofser Energiemengen gelingt es ihm, das zu leisten, was die Natur allem Anscheine nach mit so leichten Mitteln, gleichsam spielend, hervorzubringen vermag. Wie erklärt sich dieses schneckengleiche Vorwärtskommen in einer Zeit, wo in den Naturwissenschaften jede Einzeldisziplin mit Stolz sich rühmen kann, es „so herrlich weit gebracht“ zu haben? Wie Zoologie und Botanik Tausende von verschiedenen Spezies der Erforschung darbieten, so umfafst das Reich der organischen Chemie eine schier erdrückende Fülle von Verbindungen, die teils in der Natur selbst vorkommen, teils in den Laboratorien durch die Kunst des Chemikers entstehen. Während aber der Zoologe und Botaniker seine Pflegekinder meist nach rein äufseren Charakteren ins System einordnen kann, hat der Chemiker eine weit schwierigere Aufgabe zu bewältigen. Er mufs seiner „Spezies“ mit einer Unzahl von Reagentien auf den Leib rücken, mufs sie in ihre Bestandteile zu zerlegen oder „abzubauen“ suchen und mit bereits bekannten Verbindungen zu identifizieren trachten. Zwar erfährt der Organiker durch seine gut durchgeführte Analyse die Mengenverhältnisse

von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, welche die zu untersuchende Substanz enthält, nie aber kann er dadurch allein eine Reinigung eines etwa vorhandenen Gemisches bewirken, nie von einem völlig unbekannten Körper eine einwandfreie Vorstellung über die mannigfache „Struktur", die gegenseitige Lagerung der einzelnen Atome erhalten, die in verschiedenen Materien zwar in gleichen Mengenverhältnissen vorhanden sein, trotzdem aber in völlig heterogener Weise untereinander angeordnet sein können („isomere" Körper).

Dagegen befindet sich der Chemiker in viel glücklicherer Lage bei der Untersuchung anorganischer Verbindungen, da er durch die Elementaranalyse sehr wohl eine Trennung eines Gemisches erzielen und die Frage nach dem Prozentgehalt der einzelnen Elemente, beispielsweise eines Minerals, in systematischer Reihenfolge entscheiden kann.

Mit dieser Tätigkeit des „Analysierens" ist für den Anorganiker die Hauptaufgabe in den meisten Fällen erledigt; für den Organiker erhebt sich eine neue Schwierigkeit. Er hat nun die Aufgabe, aus den einzelnen Bausteinen das niedergelegte Haus nachträglich wieder aufzubauen, ein Problem, das um so dornenvoller ist, als die innere Einrichtung des Gebäudes keineswegs immer mit wünschenswerter Klarheit bekannt ist. Auf diesem Wege gelangt der Forscher von einfachen Verbindungen zu komplizierteren: er führt eine „Synthese" aus.

Schon von diesem Gesichtspunkte aus kann man es sehr wohl verstehen, warum die organische Chemie viel jünger als die anorganische ist. Überhaupt wurde die Chemie, wie die Geschichte der exakten Wissenschaften uns lehrt, deshalb mit am spätesten als wahre Wissenschaft behandelt, weil sie von ihren Jüngern ein besonders entwickeltes Vorstellungsvermögen fordert, weil sie nicht nur, wie ihre Schwesterwissenschaft, die Physik, nach der Erkenntnis der äufseren Eigenschaften der Stoffe sowie ihrer Zustände (Gleichgewicht und Bewegung) strebt, sondern nach ihrem innersten Wesen selbst fragt.

Infolge dieser grofsen Anforderung an das menschliche Anschauungsvermögen und an die praktische Erfahrung wollte es lange Zeit nicht gelingen, aus den „Elementen", jenen Grundstoffen, die bisher auf keine Weise in weitere gleichartige Bestandteile zerlegt werden konnten, Produkte, wie sie die Natur darbietet, synthetisch darzustellen. Ja, man gab sich unter dem Einflufs der Naturphilosophie der Meinung hin, die organischen Substanzen liefsen sich überhaupt

nicht künstlich gewinnen, weil sie unter dem Einflufs einer geheimnisvollen Kraft, der „Lebenskraft“, gebildet würden. Lange Zeit hat diese lähmende Hypothese, die freilich nur zu nahe lag, die Wissenschaft beherrscht, bis sie im Prinzip widerlegt wurde durch die künstliche Darstellung eines typischen Abscheidungsproduktes des Organismus: des Harnstoffs.

Im Jahre 1828 stellte Wöhler diesen Körper dar aus Cyansäure und Ammoniak, die damals beide noch als anorganisch bezeichnet wurden. Freilich war damit der das Wesen der organischen Verbindungen verhüllende Schleier noch nicht ganz gelüftet. So leicht war die „Lebenskraft“ nicht totzuschlagen. Vielmehr hielt man noch eine Zeit lang mit Berzelius an der Ansicht fest, dafs die organischen Verbindungen durch den Einflufs jener rätselhaften Energiequelle gebildet würden, auf welche die chemischen Kräfte nur eine zerstörende Wirkung ausübten. Allein bald folgte eine Synthese der anderen. Es gelang Kolbe (1843) die künstliche Darstellung der Essigsäure aus den Elementen Schwefel, Kohlenstoff und Chlor; es wurden später ferner synthetisiert die Harnsäure sowie ihre zahlreichen Verwandten, das im Kaffee und Tee enthaltene Kaffeïn, das in den Kakaobohnen wirksame Theobromin (E. Fischer) und andere Körper. Kurz, es wurde immer aufs neue bewiesen: die chemischen Elemente in der anorganischen, wie organischen Welt unterliegen denselben Gesetzen, und organische Verbindungen sind weiter nichts als Verbindungen des Kohlenstoffs, anorganische also die aller anderen Elemente.

So hatte diese für die theoretische Entwickelung der organischen Chemie überaus denkwürdige Darstellung des Harnstoffs zugleich eine Basis geschaffen, von der aus sich im Laufe der Zeit Aufschlüsse von fundamentaler Bedeutung über das Wesen der organischen Verbindungen gewinnen liefsen. Nach jener denkwürdigen, wissenschaftlichen Tat war es ja nur noch eine Frage der Zeit, andere Naturprodukte zu synthetisieren. Es sei gestattet, auf die wichtigsten dieser Synthesen etwas näher im folgenden einzugehen.

Im forensischen Leben spielen jene Produkte eine gewisse Rolle, welche sich in den verwesenden tierischen Organismen bilden: die sogenannten Ptomaïne oder Leichengifte. Es liegt nämlich bei einer chemischen Untersuchung eines bereits in Verwesung übergehenden menschlichen Leichnams die Möglichkeit nicht allzufern, diese äufserst unangenehm riechenden Leichengifte mit einigen starkgiftigen Pflanzenalkaloïden, z. B. dem Coniin, dem bekannten Gifte der Schierlingspflanze (Coniium maculatum), zu verwechseln. Häufig genug ist

in der Tat die wissenschaftliche Untersuchung irregeleitet worden, als man noch keine Kenntnis von der Existenz jener Ptomaïne hatte. Ladenburg war es vorbehalten, dieselben aus verhältnismäfsig einfachen Körpern zu synthetisieren. Derselbe Forscher zeigte auch den Weg, z. B. das Cadaverin, einen Repräsentanten der genannten Ptomaïne, in Piperidin überzuführen, das Reduktionsprodukt des Pyridins, das sich neben seinen Derivaten, dem Picolin und anderen, im Steinkohlenteer und Knochenöl vorfindet. Aus letzterem (Picolin) stellte ebenfalls Ladenburg das bereits erwähnte Coniin dar, das erste Alkaloïd, — so heifsen im allgemeinen die stickstoffhaltigen Pflanzengifte —, welches auf synthetischem Wege überhaupt dargestellt wurde. Durch diesen Schritt wurde die wissenschaftliche Forschung auf diesem so aufserordentlich schwierigen Gebiete mächtig angeregt. Das im Pfeffer vorkommende Piperin wurde künstlich dargestellt, und andere Alkaloïde wurden in ihrer Struktur oft mit gutem Erfolge zu erforschen versucht. Allerdings sind hier die Fortschritte der Chemie nicht übermäfsig grofs. Immerhin kann sie in Anbetracht der überaus schwierigen Aufgabe auch auf die wenigen Resultate schon jetzt stolz sein, wenn sie auch bei ihren Bestrebungen, andere im Pflanzenreiche vorkommende Produkte zu gewinnen, reichere Früchte geerntet hat.

Die Pflanzen beziehen ihre Nährstoffe aus zwei verschiedenen Regionen: die stickstoffhaltigen Substanzen (Nährsalze sowie das Wasser) entziehen sie im allgemeinen mit Hilfe ihrer Wurzeln dem Boden; aus der Luft entnehmen sie einen weiteren wichtigen Bestandteil ihrer Kost, nämlich das Kohlendioxyd (meist Kohlensäure genannt). Zwar liest man oft, die Pflanze „atme“ Kohlensäure ein. So wenig es aber statthaft ist, zu sagen, der Mensch atme seine Nahrung ein, so wenig ist ein analoger Ausdruck am Platze für die Kohlensäureaufnahme der Pflanzen. Letztere ist ein Prozefs der Nahrungsaufnahme, comme il faut. Aus den genannten, sehr einfachen Nahrungsstoffen baut nun die Pflanze das ganze riesige Heer der organischen Verbindungen auf, die ihren Leib zusammensetzen (Zucker, Stärke, Cellulose, Fette usw.). Um aber diese Synthesen bewirken zu können, ist eine Energie nötig. Diese gewährt die Sonne. Ihre Strahlen sind es, die die Kohlensäure zerlegen in Kohlenstoff und Sauerstoff, ein bedeutsamer Vorgang, durch den die Pflanze imstande ist, uns und allen tierischen Organismen den für das Leben unentbehrlichen Sauerstoff zu liefern. Aus dem zurückbleibenden Sauerstoff baut dann die Pflanze ihren Leib auf. Ferner ist es auf diesen Prozefs zurückzuführen, dafs wir Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, die

Reste einer längst untergegangenen Pflanzenwelt, als Wärmequellen benutzen können, da bei der Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlensäure jetzt ebensoviel Wärme frei wird, als früher Sonnenenergie nötig war, um Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Bei der Verbrennung entsteht Kohlensäure aber nur dann, wenn die Luftzufuhr unbeschränkt bleibt. Dagegen bildet sich bei ungenügendem Luftzutritt das starkgiftige Kohlenoxyd. Kohlensäure stellt also eine höhere Oxydationsstufe des Kohlenstoffs dar als Kohlenoxyd, ja, sie ist die höchstmögliche Sauerstoffverbindung des Kohlenstoffs. Aus alledem ist ersichtlich, dafs der in der Pflanze sich abspielende Prozefs der Assimilation auf einer Reduktion, d. h. auf einer Zuführung von Wasserstoff, beziehungsweise Entziehung von Sauerstoff, beruhen mufs. Als erstes Reduktionsprodukt käme dann die Ameisensäure in Betracht, ein Stoff, der in der Tat in manchen Pflanzen gefunden wird, z. B. in den Brennesseln. Auch auf künstlichem Wege ist die Reduktion der Kohlensäure zu Ameisensäure mittels metallischen Kaliums gelungen.

Jedoch von gröfserer Bedeutung für die Lösung des Problems der Assimilation ist ein anderes Reduktionsprodukt der Kohlensäure: der Formaldehyd. Zwar ist es bisher nicht gelungen, ihn in der Pflanze nachzuweisen, aber dem Chemiker (Loew) ist es geglückt, aus demselben durch „Polymerisation“ ein zuckerähnliches Produkt zu erhalten. Auch Butlerow war bereits früher bei der Einwirkung von Kalkmilch auf ein Polymerisationsprodukt desselben Aldehyds zu ähnlichen Ergebnissen gelangt. Schliefslich synthetisierte der auf diesem Gebiete hochverdiente E. Fischer den in den süfsen Früchten enthaltenen Traubenzucker und viele mit ihm verwandte Körper. Gleichzeitig klärte er ihre Konstitution sowie ihr Verhältnis zueinander auf.

Warum indessen eine Pflanze in gröfseren Mengen Zucker produziert, warum z. B. das bereits mehrfach erwähnte, so gefährliche Coniin sich gerade in der Schierlingspflanze bildet, die in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft gedeihenden Pflanzen hingegen vollkommen unschuldig sind, über diese und ähnliche Fragen kann der Chemiker ebensowenig Aufschlufs geben, als er sich die Bildung von Farb- und Riechstoffen in den Pflanzen zu erklären vermag. Die schöne, mannigfache Farbenpracht und der zauberische Duft, wie ihn so zahlreiche Kinder Floras uns darbieten, sind ihm bisher noch ein grofses Rätsel. Obwohl er genau über die Zusammensetzung des Pflanzenbodens, bisweilen sogar über die gebildeten Farb- und Riech-

stoffe selbst orientiert ist, ist ihm das „Wie“ und „Warum“ verborgen geblieben.

Bei den künstlichen Riechstoffen hat man zunächst sehr wohl zu unterscheiden zwischen Produkten, die den natürlichen vollkommen entsprechen, und solchen, die nur den Geruch nachahmen, aber andere chemische Zusammensetzung haben. Zur letzteren Klasse gehört z. B. der künstliche Moschus, der eine ganz andere Zusammensetzung als der im Pflanzen- und Tierreiche vorkommende Riechstoff aufweist, sowie das in verdünnter Lösung angenehm nach Veilchen riechende Jonon. So lange man die künstliche Gewinnung dieses Stoffes noch nicht kannte, war man, wie bei der Darstellung von Riechstoffen überhaupt, auf die Verarbeitung von Pflanzen, hier hauptsächlich auf die Veilchenwurzel (Iris florentina) angewiesen. Aus dieser wurde durch Wasserdampfdestillation ein nach Veilchen riechender Stoff, das Iron, gewonnen. Für die Gewinnung auch nur weniger Gramme war eine gehörige Menge Veilchenwurzeln nötig. Trotz seines dadurch hohen Preises fand das Iron indessen in Ermangelung eines besseren Produktes eine Zeitlang in der Parfümerie Anwendung. Auch in den Veilchenblüten, die einen uns bis jetzt noch unbekannten Riechstoff enthalten, sind doch nur Bruchteile von Milligrammen des so geschätzten Stoffes vorhanden, wenn wir auch bereits nach wenigen Atemzügen den Duft eines einzigen Veilchenstraufses im Zimmer deutlich wahrzunehmen vermögen. Wiederum ein trefflicher Beweis für das Prinzip der Sparsamkeit im Haushalte der Natur!

Um so gröfseren Wert mufs man daher dem Verdienste des Mannes zuschreiben, der es uns durch die künstliche Darstellung des Jonons ermöglichte, uns den von allen Dichtern gepriesenen Wohlgeruch des Veilchens auf bequemere und billigere Weise zu beschaffen und noch dazu in Quantitäten, wie sie uns die ganze Welt mit all ihren Veilchen nicht darzubieten vermag! Der scharfsinnige, leider allzu früh verstorbene Forscher, jener unermüdliche Pionier auf dem Gebiete der Riechstoffe, Ferdinand Tiemann war es, der durch die Synthese des Jonons die Welt zum zweiten Male in gleicher Weise in Erstaunen versetzte, wie einige Jahre zuvor durch die künstliche Gewinnung des in der Vanilleschote vorhandenen würzigen Vanillins.

Aus Citral und Aceton bildet sich zunächst durch Kondensation ein geruchloses Produkt, das sogenannte „Pseudojonon.“ — Das Citral ist neben Citronellal der Hauptbestandteil des Zitronenöls, aufserdem

aber noch insofern recht interessant, als es sich durch Jodwasserstoffsäure in Cymol, einen Kohlenwasserstoff, der in naher Beziehung zum Kampfer steht, durch Oxydation in Lävulinsäure überführen läfst. Da sich diese Säure auch aus den Zuckern (Kohlehydraten) künstlich gewinnen läfst, so ist hieraus die grofse Bedeutung der Kohlehydrate als Baumaterialien der Pflanzen ohne weitere Erklärung ersichtlich, wenn wir auch die Beantwortung der Frage, auf welche Weise jenes Citral in den Pflanzen aus den Kohlehydraten entsteht, schuldig bleiben müssen. — Durch Kochen mit Säure geht dann das Pseudojonon unter Umlagerung der Atome in Jonon über, das bekannte riechende Prinzip des Veilchens, der Weinblüte und wahrscheinlich auch der Teerose.

Wie früher der Veilchenduft nur aus den Veilchen, so konnte auch das Bittermandelöl, der Benzaldehyd, nur aus bitteren Mandeln produziert werden, während es jetzt viel billiger und leichter in gröfseren Mengen, deren besonders die Farbstofftechnik bedarf, aus dem im Steinkohlenteer enthaltenen Toluol dargestellt wird.

Ferner konnte jenes bekannte wirksame Prinzip des Waldmeisters, das Cumarin, früher nur aus den Tonkabohnen (Dipterix odorata) gewonnen werden. Jetzt aber wird dieser zur Parfümerie des Tabaks ebenso, wie in der Toiletteseifenfabrikation angewandte Riechstoff aus dem nach blühenden Spiräen duftenden Salicylaldehyd synthetisiert. Auch der charakterische Bestandteil des aus den chinesischen Zimtcassiablättern destillierten Cassiaöles sowie der des auf demselben Wege aus der Rinde des eigentlichen Zimtbaumes gewonnenen Ceylon-Zimtöles, der Zimtaldehyd, wird heutzutage aus Benzaldehyd synthetisch erhalten. Die dem Zimtaldehyd entsprechende Zimtsäure läfst sich nun ihrerseits durch eine vorsichtige Behandlung in Phenylacetaldehyd überführen, einen angenehm nach Hyazinthen riechenden Stoff. Damit ist aber die Reihe der wichtigeren künstlichen Riechstoffe noch keineswegs erschöpft. So erweist sich der so allgemein beliebte, künstliche Fliederduft als Terpineol, ein Alkohol, der sich aus Pinen, dem Hauptbestandteil des deutschen und amerikanischen Terpentinöls, durch Einwirkung von Säuren gewinnen läfst, ferner der Geruch der Tannen- und Fichtennadeln als Ester des sich in der Natur vorfindenden Kampfers (Borneol). Derselbe ist sehr wohl von dem gewöhnlichen oder Japan-Kampfer zu unterscheiden. Letzterer enthält nämlich zwei Wasserstoffe weniger als das Borneol und läfst sich daher durch Reduktion in ersteren überführen. Der Japan-Kampfer selbst wird in Japan aus den Wurzeln und dem Holze des Kampferbaumes durch Wasserdampfdestillation neben Kampferöl ge-

wonnen. Aus diesem Begleitöl des Kampfers kann man nun ziemlich leicht einen in der Seifenparfümerie viel angewandten Stoff, das Safrol, isolieren. Dieses Safrol läfst sich schliefslich in jenes im Heliotrop befindliche, hochgeschätzte Heliotropin oder Piperonal überführen, und zwar in ähnlicher Weise, wie der charakteristische Bestandteil des Nelkenöles, Eugenol, in das riechende Prinzip der Vanilleschote, das Vanillin.

Das Vanillin findet sich bis etwa zu 2 pCt. in einer den tropischen Gegenden Amerikas angehörenden Orchidee, der Vanille, und in einer etwas duftenden Abart derselben, der Vanillon-Pflanze, neben Heliotropin. Das gemeinschaftliche Vorkommen der beiden Riechstoffe legt den Gedanken an eine nahe verwandtschaftliche Beziehung nahe. In der Tat bestätigt auch die wissenschaftliche Forschung diese nicht allzu fern liegende Vermutung. Das Vanillin erweist sich nämlich als Monomethyläther des Protocatecchualdehyds, das Piperonal als Monomethylenäther desselben Aldehyds. Damit ist ein gewisser Zusammenhang der beiden Riechstoffe mit dem Protocatecchualdehyd, sowie den Gerbstoffen und dem in vielen von ihnen enthaltenen Brenzcatecchin gefunden, zugleich aber auch eine Beziehung des Heliotropins zur Piperinsäure, die ihrerseits aus dem im Pfeffer befindlichen Piperin gewonnen werden kann, bewiesen. Auf Grund dieses wissenschaftlichen Nachweises können wir es jetzt einigermafsen verstehen, dafs man vom Guajacol,[1]) dem im Buchenholzteer enthaltenen Methyläther des genannten Brenzcatecchins, zum Vanillin, vom Piperin zum Heliotropin gelangen kann.

Jedenfalls war mit diesem Ergebnis ein glänzender wissenschaftlicher Erfolg errungen, der allerdings erst im Laufe der Zeit durch die spekulativen Bestrebungen der Technik auch einen praktischen Wert erhielt. So wurde das Vanillin eine Zeitlang aus dem in den Nadelbäumen vorkommenden Coniferin durch Oxydation gewonnen. Heutzutage wird es hingegen viel billiger aus dem Eugenol, dem charakteristischen Bestandteile des schon im fünfzehnten Jahrhundert aus den getrockneten Blüten des Nelkenbaumes destillierten Nelkenöles, auf ähnlichem Wege technisch dargestellt, wie Piperonal aus Safrol. Der Preis des Heliotropins beläuft sich zur Zeit auf etwa 30 M. pro 1 Kilo, der des Vanillins betrug 1876 7000 M., 1897 nur noch 120 M. pro 1 Kilo und ist seitdem bei dem billigen Preise des Nelkenöls sicherlich noch weiter gefallen. Fürwahr glänzende Resultate, die nur dadurch zustande kommen konnten, dafs Wissenschaft und Technik Hand in Hand gingen!

[1]) Träger des Juchtenparfüms.

Die Wahrheit des soeben ausgesprochenen Satzes tritt noch deutlicher auf dem Gebiete der Farbstofftechnik hervor. Diese hat heute einen so gewaltigen Umfang erhalten, dafs man Bände schreiben müfste, wollte man ihre Errungenschaften nur einigermafsen würdigen. Hier wollen wir uns lediglich auf die beiden aus dem Pflanzenreiche stammenden künstlich dargestellten Produkte beschränken: auf das in der Krappwurzel enthaltene Alizarin und den aus den Indigofera-Arten stammenden Indigo. Wer hätte es sich vor 30 Jahren träumen lassen, dafs die Synthese der beiden genannten, mit Recht höchst geschätzten Farbstoffe in so glänzender Weise gelingen würde, wer daran gedacht, dafs die Technik dadurch einen so gewaltigen Einfluss auch auf die kulturellen und wirtschaftlichen Verhältnisse ausüben würde! In der Tat sind die noch vor Jahren blühenden Krapppflanzungen Südfrankreichs und Algiers so gut wie verschwunden, und auch die Indigokulturen Indiens, der Sunda-Inseln und anderer Gebiete werden früher oder später infolge der Errungenschaften der neuesten Zeit durch die Kunst des Chemikers vernichtet werden.

Was zunächst das Alizarin anbelangt, so fanden Liebermann und Graebe, dafs sich der Krappfarbstoff durch Reduktion (Glühen mit Zinkstaub) in das im Teer enthaltene Anthracen überführen läfst. Auf Grund dieses Resultats glückte dann die Synthese auf umgekehrtem Wege durch Oxydation des Anthracens zu Anthrachinon und durch eine geeignete Behandlung dieses letzteren Stoffes in einer Weise, dafs seit jener Entdeckung der wegen seiner „Echtheit“ geschätzte rote Krappfarbstoff, mit dem z. B. heute noch die roten Hosen der französischen Armee gefärbt werden, viel reiner, billiger und bequemer ausschliefslich auf synthetischem Wege hergestellt wird.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Indigo. Nur erforderte es hier eine jahrzehntelange Arbeit und ein angestrengtes Studium, ehe man mit dem natürlichen Indigo in Konkurrenz treten konnte. Erst als man das im Steinkohlenteer enthaltene Naphthalin für die Indigofabrikation zu verwerten verstand, konnten die wissenschaftlichen Arbeiten v. Baeyers und die praktischen Studien Heumanns einen in die Wagschale fallenden Erfolg davontragen. In dem Naphthalin nämlich hatte man ein Rohmaterial gefunden, das einerseits billig, andererseits in beliebigen, ja fast unbeschränkten Mengen zu haben ist. Werden doch jährlich etwa 40—50000 Tonnen[2]) Naphthalin gewonnen, wovon aber bis vor kurzem nur 15000 Tonnen für die Technik praktische

[2]) Brunck, Festschrift.

Verwendung fanden, während der Rest zu Rufs verbrannt wurde. Dieser Vorrat an Naphthalin, früher so gut wie wertlos, genügt aber vollkommen, um daraus den für den Konsum der gesamten Welt nötigen Indigo zu gewinnen. Auf die äufserst komplizierte Darstellung des künstlichen Indigos einzugehen, würde hier zu weit führen; es sei mir vielmehr gestattet, auf eine Abhandlung von Dr. Hermann Wagner „Über natürliche Farben und Farbstoffe“[3]) zu verweisen.

Wie bereits hervorgehoben, ist das Verschwinden der Indigokulturen nur noch eine Frage der Zeit. Deutschland deckt schon jetzt vollkommen seinen eigenen Bedarf. Die jährliche Produktion der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik entspricht etwa einem Gebiet von 100000 ha[4]) Land. Bald werden wir auch ernstlich an einen Wettbewerb mit dem natürlichen Indigo auf dem grofsen Weltmarkt denken können, vielleicht sogar zum Segen für Indien selbst, da dann die ungeheuren Flächen, die die Kultur der Indigopflanzen erfordert, für das periodisch von Hungersnot gepeinigte Land zum Anbau von Nahrungsmitteln zur Verfügung ständen.

Deutschland scheint also in dieser Beziehung dazu berufen zu sein, die Rolle des schon seit Jahrtausenden wegen seines Indigos berühmten Indiens zu übernehmen. Darauf können wir mit Recht stolz sein, aber es legt dieser gute Ausblick in die Zukunft auch die Mahnung nahe, nicht allein auf technischem Gebiete weiter zu streben, sondern vor allem auch theoretisch das schon stattliche Gebäude der modernsten exakten Wissenschaft mehr und mehr auszubauen und in der Erkenntnis von dem innersten Wesen der Stoffe der Wahrheit näher und näher zu kommen. Das ernste, ideale Suchen und Streben nach Wahrheit der deutschen Chemiker vor allen andern war es ja in erster Linie, das diese köstlichen Früchte: die künstliche Darstellung so mancher, für uns unentbehrlicher Naturprodukte, zeitigte.

[3]) Vergl. Diese Zeitschr. Jahrg. XIV, Septemberheft 1902.

[4]) Brunck, Festschrift.





Die Erschöpfung der Energie.*)

Von **Eduard Sokal** in Berlin.

Der physikalische Begriff der Energie ist nicht blofs eine wissenschaftliche Abstraktion, sondern hat auch eine mehr unmittelbare, handgreifliche Bedeutung. Alle Beziehungen des menschlichen Lebens sind nichts anderes als ein Markt der Energiegröfsen; mag es sich um Nahrungsmittel, um Beleuchtung oder um geistige Leistungen handeln, stets hat der Käufer ein wesentliches Interesse an den Energiemengen, die er bekommt oder eintauscht. Ein französischer Nationalökonom hat sogar einmal den vorläufig noch paradox klingenden Ausspruch getan, eine ideale Währung müfste sich direkt auf Energiewerte beziehen. Es ist die grofse Aufgabe der Technik (im weitesten Sinne dieses Wortes), die mannigfaltigen Energievorräte der Natur in möglichst ökonomischer und zweckentsprechender Weise auszunutzen. Dieselben sind in den meisten Fällen nicht direkt verwendbar. Die Luftströmungen als Orkane und Winde, die Erdbeben und tellurischen Katastrophen, die Kraft der Wasserfälle und Flüsse können entweder gar nicht oder nur mittelbar in unsern Dienst gestellt werden. Ein Kilogramm Dynamit, einen Würfel von ungefähr 90 Millimeter Seite einnehmend, kann schon in ca. 0,00002 Sekunden gegen 2000000 Kilogrammmeter Arbeitsleistung entwickeln, aber auch diese ungeheuren Energievorräte der explosiven Substanzen können praktischen Zwecken nur in beschränktem Mafse dienstbar gemacht werden. Die Naturkräfte, deren Wirken wir täglich um uns beobachten, als Wärme, Licht, Elektrizität, chemische Affinität usw. können wechselseitig ineinander, sowie auch in mechanische Arbeit übergehen, und die Äquivalente und Gesetze, nach welchen diese Umwandlung erfolgt, sind zum Teil mit grofser Genauigkeit gemessen und erkannt worden. Aber zwischen der demokratischen Gleichwertigkeit der Energieformen beim wissenschaftlichen Experiment und

*) Prof. Clemens Winkler: Wann endet das Zeitalter der Verbrennung? Tübingen 1902.

ihrer gleichmäfsigen praktischen Verwendbarkeit für die Bedürfnisse und Zwecke des täglichen Lebens gähnt eine gewaltige Kluft, welche zu überbrücken eben die Hauptaufgabe der Technik ist.

Die Form, in der wir die Energie in den meisten Fällen benutzen, ist die mechanische Arbeitsleistung, die in einer bestimmten Richtung vor sich gehende Massenbewegung, welche einen gewissen Widerstand zu überwinden imstande ist. Und da ist es zunächst klar, dafs die mechanische Arbeit uns fast nirgends in der Natur in direkt verwendbarer Form geboten ist. Die gewaltigen Massenverschiebungen in der Natur, als Erdbeben, Winde, Meeres- und Flufsströmungen, sind eben wegen ihres gewaltsamen, chaotischen Charakters für die direkte Verwendung in den meisten Fällen gar nicht zugänglich. Um uns daher z. B. in der Dampfmaschine mechanische Arbeit zu verschaffen, sind wir gezwungen, den Druck des Wasserdampfes bei hoher Temperatur zu benutzen, also zur Wärme und zur chemischen Energie der Kohle unsere Zuflucht zu nehmen. Die chemische Energie, welche die räumlich und zeitlich konzentrierteste aller Energieformen ist, bildet als Energie der Kohle im Prozefs der Verbrennung den weitaus gröfsten Teil unseres disponiblen Arbeitsvorrates.

Dieses rätselhafte, scheinbar wesenlose und doch so gewaltige Etwas, welches wir zu freier Verfügung in erster Linie von der Kohle empfangen: die Energie hat nun, wie Berghauforscher Professor Winkler in der eingangs erwähnten glänzenden Abhandlung schildert, dem Menschen den Erdball unterworfen. Der Leib der Erde ist umgürtet mit dem ehernen Schienennetze, auf dem wir mit der Geschwindigkeit des Vogels von Land zu Land fliegen; unbekümmert um Sturm und Wetter durchfurchen wir in schwimmenden Palästen die Ozeane; innerhalb weniger Augenblicke verständigen wir uns durch Drähte mit den Antipoden; wir halten das gesprochene Wort auf der Walze des Phonographen fest und vermögen es noch wiederklingen zu lassen, wenn sein Sprecher längst nicht mehr unter den Lebenden weilt. All diese und zahlreiche andere Errungenschaften legen beredtes Zeugnis dafür ab, wie fruchtbringend das Fragespiel der Forschung geworden ist. Der Forschungs- und Erfindungsdrang, der unser Zeitalter kennzeichnet, hat aber eine mächtige, materielle Stütze gefunden in der Heranziehung der fossilen Kohle zur Wärmeerzeugung. Sie ist es im Grunde genommen, der wir unmittelbar oder mittelbar die verzeichneten Erfolge verdanken. Durch die Verbrennung fossiler Kohle wurde der Mensch instand gesetzt, im grofsen Mafsstab Wärme zu erzeugen, und als ihm diese einmal zur

Verfügung stand, lernte er in rascher Aufeinanderfolge sie in andere Energieformen umzusetzen. So ist denn unser Zeitalter tatsächlich zum Zeitalter der Verbrennung geworden, und die nie dagewesene Kraft- und Machtentfaltung, zu welcher der Kulturmensch während desselben gelangte, ist, wenn auch nicht ausschliefslich, so doch hauptsächlich auf die Ausnutzung fossilen Brennmaterials zurückzuführen.

Dies ist nach Winkler der grofse Wurf, der dem 19. Jahrhundert gelungen wie keinem anderen vorher. Eigentlich möchte man staunen, dafs diese Periode des Aufschwungs so spät gekommen ist. Jedenfalls ist es Tatsache, dafs die Menschheit seit ihrem Bestehen achtlos über die Schätze an fossiler Kohle unter ihren Füfsen dahingewandelt ist, ohne sie zu heben und zu verwerten. Bei allen alten Kulturvölkern war es immer nur die Kraft der Muskeln und Sehnen, die man aufbot, um all das Grofse zu leisten, was uns noch heute in gerechtes Staunen versetzt, und Tausende von Menschen und Tieren mögen grausam in solcher Kraftleistung hingeopfert worden sein, um Riesenwerke, wie den Turm zu Babel oder die Pyramiden, zu schaffen.

So ist es geblieben bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts und darüber hinaus. Man kannte die fossile Kohle, aber man verstand nicht, sie zu verwenden, nicht einmal zur Wärme, viel weniger zur Krafterzeugung. Es ist bekannt, dafs die Benutzung der Zwickauer Steinkohle als Heizmaterial früher verboten war, und Winkler erinnert sich noch aus seiner Jugend, dafs der Vorschlag, sie als Brennstoff beim Glasschmelzen zu verwenden, mit Entrüstung zurückgewiesen wurde, in der Überzeugung, dafs damit kein anderes als ein schwarzes, unbrauchbares Glas erhalten werden könnte.

Aber dann kam die Entdeckung der Dampfkraft, und wie mit einem Zauberschlag begann alles sich zu ändern. Der Pfiff der ersten Lokomotive war das Signal zum Beginn einer neuen Ära. Und in dem Mafs, als Erfindung um Erfindung aus dem Menschenhirn herauswuchs, die schwache Menschenkraft sich vertausendfachte, die Menschheit selbst sich in einen rastlos hin und her flutenden Strom verwandelte, begann man den fossilen Brennstoff zu heben, und es entfaltete sich eine bergmännische Tätigkeit, wie die Welt sie ebenfalls noch nie zuvor gesehen hat. Die riesigen Braunkohlenlager Böhmens befinden sich bereits in einem weit fortgeschrittenen Stadium des Abbaues; in Brüx allein sollen — allerdings als bisher erreichtes Maximum — an einem einzigen Tage des Juni 1899 2038 Waggon-

ladungen zur Abfertigung gelangt sein; die Steinkohlenförderung Englands belief sich 1898 auf 220 Millionen, diejenige der ganzen Erde auf etwa 600 Millionen Tonnen. Halten wir auch weise haus mit dem uns in den Schofs gefallenen Gute? Nach Winkler müssen wir diese Frage entschieden verneinen. In Wirklichkeit hausen wir darin wie der Hamster im Weizen. Wir machen es eben wie jedes andere Geschöpf und schwelgen im Überflufs, so lange wir ihn haben. Sollen wir uns deshalb Skrupel machen? Eigentlich wohl nicht! Unsere Aufgabe kann es nicht sein, Vorsehung zu spielen; was wir durch Fleifs und Geistestat errungen haben, ist unser rechtmäfsiges Eigentum, und im übrigen möge das bekannte Wort gelten: Nach uns die Sintflut!

Dennoch empfinden wir es zuweilen wie einen inneren Vorwurf, dafs wir die fossile Kohle ohne alle Rücksicht auf die früher oder später drohende Erschöpfung ihrer Fundstätten durch Verbrennung vernichten. Es ist die Stimme der Vernunft, welche sich erhebt um uns daran zu mahnen, dafs das kostbare Gut, welches wir jetzt lustig vergeuden, nicht nachwächst, sondern dafs es unwiederbringlich verloren ist. Mögen wir uns auch um viel spätere Generationen nicht kümmern, auf die Kinder und Kindeskinder spinnen sich die Fäden der Liebe und Fürsorge doch hinüber, und sie sind es vielleicht schon, die wir schädigen, wenn wir die Kohle, deren sie dereinst zu ihrer Existenz bedürfen, die sie vielleicht aus bitterer Not heraus schmerzlich herbeiwünschen werden, keineswegs allein dem wirklichen Bedürfnis, sondern in weitgehendem Mafs auch den Zwecken des Luxus und des Vergnügens opfern, noch dazu unter Erzielung einer Wärmeausnutzung, ob deren Mangelhaftigkeit uns das Gefühl der Scham beschleichen könnte. Denn wenn auch die Verbrennung der Kohle in einer Luft vom Stickstoffgehalt der Erdatmosphäre, namentlich bei Anwendung natürlichen Essenzugs, gar nicht ohne namhafte Wärmeeinbufse zu bewirken ist, so sollte man doch darauf bedacht sein, diese auf das tunlichst niedrige Mafs herabzuziehen. Beim Betrieb industrieller Heizanlagen hat man in dieser Hinsicht bereits erfreuliche Fortschritte gemacht, in Haus und Küche aber sündigt man in haarsträubendster Weise weiter. So ist z. B. nach Winkler die Mifshandlung der an sich ganz zweckmäfsig konstruierten eisernen Regulieröfen eine fast allgemeine; man öffnet deren Türen, ruiniert oft schon bei der erstmaligen Benutzung ihre Verschlüsse durch Überheizung und jagt den gröfsten Teil der darin entwickelten Wärme durch den Schornstein ins Freie. Derartige Fälle liefsen sich viele an-

führen; unvergleichlich bedeutender als die immerhin geringfügige Verschwendung aus Leichtsinn ist freilich diejenige, welche wir notgedrungen durch die Unvollkommenheit unserer technischen Hilfsmittel begehen. Unter unseren technischen Energiequellen nimmt gegenwärtig die Dampfmaschine unbestritten den ersten Platz ein. Man vergegenwärtige sich aber einmal, ein wie unvollkommenes Ding noch in unserer Zeit der hochstehenden Technik und trotz aller im einzelnen bewunderungswürdigen Erfindungen eigentlich diese wesentlichste Energiequelle ist! Von der Energie der verbrennenden Kohle erhalten wir in Gestalt mechanischer Arbeit im allerbesten Fall nicht mehr als 15 pCt. Noch ungünstiger stellen sich die Verhältnisse, wenn es sich um die Gewinnung von elektrischer Energie handelt. Vielleicht wird uns dieses Jahrhundert die von den Elektrochemikern angestrebte Darstellung der „elektrischen Energie direkt aus Kohle" bringen, welche die Dampfmaschine ersetzen und die Macht des Menschen über die Natur vervielfachen würde!

Die Frage des Zuendegehens des natürlichen Bestandes an fossiler Kohle ist nach Winkler aus dem einfachen Grunde eine sehr ernste, weil ja die Entwicklung der gegenwärtig führenden Kulturstaaten, das Anwachsen ihrer Bevölkerung, ja, bis zu einem gewissen Grad die Existenzfähigkeit dieser Bevölkerung sich auf die Wärme und Krafterzeugung durch fossile Kohle gründet. Sowie die Kohlenlager dieser Staaten aufgebraucht sind, mufs jedenfalls bei ihnen eine Reaktion eintreten; sie können nicht mehr an der Spitze der Kulturbewegung bleiben; auf die Periode stürmischen Aufschwungs wird diejenige des Niedergangs, einer sich zwar allmählich aber unaufhaltsam vollziehenden Verkümmerung folgen. Verarmung und Entvölkerung müssen bei ihnen eintreten, und wenn sie noch etwas retten in dieser zukünftigen Öde, so ist es der Wissensschatz, den sie im „Zeitalter der Verbrennung" zusammengetragen haben. Er wird sie vor jähem Absturz in die Tiefe bewahren, aber sie werden „wie ein Vogel mit gebrochenen Schwingen sein, der nur noch flattern, aber nicht mehr fliegen kann".

Die viel verbreitete Ansicht, dafs es dereinst nicht nur gelingen werde, den Energievorrat der Kohle viel besser auszunutzen, sondern auch an die Stelle der Verbrennungswärme fossiler Kohle eine andere, gleichwertige, ja vielleicht noch reichlicher fliefsende Energiequelle zu setzen, verrät nach der Ansicht von Winkler zwar ein an sich berechtigtes Vertrauen in die menschliche Erfindungsgabe, beruht aber nichtsdestoweniger zumeist auf einem fundamentalen Irrtum. Denn

die fossile Kohle ist ein Produkt der Zustände, wie sie früher auf Erden geherrscht haben, zu einer Zeit, wo die Eigenwärme unseres Planeten eine gröfsere war als heute und die Sonnenenergie in höherem Mafs auf ihm zur Wirkung gelangte. Wir wissen, dafs zu jener Zeit die Erde einem mächtigen Treibhaus glich, dessen dichte, mit Kohlensäure und Wasserdampf beladene Dunstatmosphäre den Nahrungsspeicher für eine aus wasserreicher Niederung gigantisch emporwuchernde Flora bildete, wie sie nach Ansicht mancher Astronomen jetzt vielleicht den Planeten Mars bedecken mag. Was heute noch in Überresten von dieser früheren Pflanzenwelt vorhanden ist, bildet denjenigen Teil, der in den Perioden des Umsturzes, wie sie der Faltungsprozefs der alternden Erde mit sich brachte, verschüttet und begraben worden ist; ein anderer ist in Gestalt von gasförmigen Vermoderungs- und Oxydationsprodukten zur Atmosphäre zurückgekehrt und befindet sich wieder im grofsen Schöpfungskreislauf; er ersteht — und das Gleiche ist auch bei der Verbrennungskohlensäure der Fall — immer wieder in den Pflanzenformen der Gegenwart, die im Vergleich mit den Riesen der Vergangenheit den Niedergang des pflanzlichen Lebens auf Erden erkennen lassen und wohl zur Verstärkung der irdischen Humusdecke beizutragen, nicht aber Kohlenflöze zu bilden vermögen. Das kohlenstoffhaltige, pflanzenbildende Material ist zwar noch vorhanden, aber es gelangt nicht mehr zu dem Massenumsatz und der Massenaufhäufung wie in früherer geologischer Zeit.

So lassen sich denn nach Winkler die Aufhäufungen von fossiler Kohle grofsen, natürlichen Akkumulatoren vergleichen, in welchen sich die Sonnenenergie vergangener Zeiten aufgespeichert findet. Wenn sie einmal erschöpft sein werden, ist der Menschheit das Machtmittel, welches sie in unseren Tagen grofs und stark gemacht hat, für immer entzogen, und es bleibt ihr nur noch die unmittelbare Energiequelle der gegenwärtigen Sonnenstrahlung. Auch diese fliefst reichlich weit über menschlichen Bedarf, aber noch verstehen wir es keineswegs, sie zu fassen, wir werden sie auch schwer fassen lernen, und selbst wenn uns das gelingen sollte, wird ihre Handhabung wahrscheinlich an Einfachheit und Bequemlichkeit derjenigen der brennbaren Substanz nachstehen. Allerdings hat es sich gezeigt, dafs Prophezeiungen in wissenschaftlichen Dingen zumeist nur dazu da sind, um von dem nachströmenden Flufs der Tatsachen widerlegt zu werden.

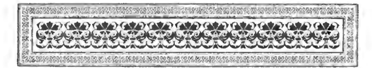
So sollte es denn eigentlich als ein Gebot der höheren sittlichen Vernunft erscheinen, der zwecklosen Vergeudung von fossiler Kohle

mit aller Kraft entgegenzutreten, und doch würde jede hierauf gerichtete Mahnung — worüber sich Winkler keinen Täuschungen hingibt — in den Wind gesprochen sein. An eine Beschränkung des Kohlenverbrauchs ist fürs nächste gar nicht zu denken, im Gegenteil, es wird derselbe eine fortgesetzte Steigerung erfahren, wahrscheinlich sogar in einer ungeheuren Progression. Hier gibt es kein Hemmen und Eindämmen, und nur zweierlei läfst sich nach Winkler tun, nämlich erstens: eine bessere Ausnutzung der Verbrennungswärme anstreben, und zweitens: die Zeit nutzen, um andere Energiequellen zu erschliefsen, hevor, wenigstens lokal, wirklicher Mangel an Kohle eintritt.

Über die Frage, ob man Anlass hat, jetzt schon um die baldige Erschöpfung der in erreichbarer Tiefe auf der ganzen Erde vorhandenen Kohlenvorräte in ihrer Gesamtheit besorgt zu sein, können die Ansichten natürlich sehr auseinandergehen; nach der Ansicht von Winkler wäre diese Besorgnis eine unbegründete. Die Kultur wird nach seiner Meinung noch lange im Zeichen der Verbrennung stehen, und das Zeitalter der Verbrennung kann eine Dauer von vielen Jahrhunderten haben. Es ist zwar nicht zu leugnen, dafs der Abbau der bis jetzt erschlossenen Fundstätten unheimlich schnell vorwärts schreitet; da aber weite Gebiete der Erde kaum bekannt sind, so fehlt uns jedes Urteil, ob und in welchem Umfang sie unterirdische Kohlenschätze bergen. Das Innere von Asien, Afrika, Australien, zum Teil auch von Amerika umfafst ungeheure Flächenräume, die in dieser Hinsicht eine vollkommene terra incognita bilden, und denen gegenüber die bis jetzt dem Kohlenbergbau erschlossenen Gebiete ob ihrer Kleinheit fast verschwinden. Andererseits ist man fast überall, wo man in fremdem Lande auf Kohle schürfte, glücklich gewesen. Die Japaner bezwangen die Eingeborenen der Insel Formosa und entdeckten dabei unvermutet mächtige Kohlenlager, die kleine deutsche Besitzung in China weist Kohle auf, Kohle fand sich in Niederländisch-Indien, in Südafrika, in Neu-Seeland, ja selbst in den arktischen Gebieten, in Grönland, auf der Bäreninsel, und sie lagert vielleicht auch auf Franz Joseph-Land. — Wenn somit die Zeit wirklichen Mangels an Kohle noch sehr fernliegend erscheint, sobald man das ganze, weite Gebiet der Erdoberfläche in Betracht zieht, so wird sie doch nach Ansicht von Winkler für einzelne Länder und Völker bald genug heraufziehen, und für diese ist dann wirtschaftlicher Niedergang die unausbleibliche Folge. Solcher Niedergang bedroht Böhmen, England, ferner Deutschland, Belgien, Frankreich und andere europäische Staaten. Aber mit ihm endet

keineswegs das Zeitalter der Verbrennung auf Erden, sondern es hat bis auf weiteres nur eine Verschiebung der Verhältnisse zur Folge. Die Kultur wird der Kohle nachziehen, und wenn hier blühende Industriestätten in Trümmer sinken, so werden anderwärts neue erstehen und zu glänzender Entfaltung kommen. Das Werden und Vergehen, welches den Grundzug alles Naturgeschehens bildet, macht sich auch hier geltend, aber der kurzlebige Mensch mit seinem flüchtigen Schicksal ist hierbei nur der einzelne Tropfen einer gewaltigen Woge, der ewig zu bestehen scheint, weil — stets ein anderer an seine Stelle tritt.





Langlebigkeit und Entartung.

Von **B. Katscher** in Budapest.

Im „Forum“ erschien jüngst ein bemerkenswerter Artikel von W. R. Thayler, in welchem dieser Autor seiner Meinung Ausdruck giht, dafs es Unsinn sei, zu hehaupten, wir stünden unter dem Zeichen der Entartung; das 19 Jahrhundert hahe sich vielmehr vor allen vorangegangenen durch die Langlebigkeit der Menschen ausgezeichnet, denn in den letzten hundert Jahren hahe sich laut authentischer, statistischer Daten das Lehen der zivilisierten Menschen von dem Durchschnittsalter 30 auf 40 Jahre verlängert. Die vorherrschende Phrase, dafs wir „zu rasch leben“, entbehre jeder Berechtigung.

Die Langlehigkeit kann als Prüfstein des Nutzens der modernen Zustände gelten, unter ungünstigen Lebensbedingungen kann niemand alt werden. Es heifst allgemein, dafs unter allen Genies die Dichter am frühesten sterhen; ihre Feuerseele zehre den Körper auf. Thayler heweist mit trockenen Ziffern, dafs diese These nicht stichhaltig sei. Er führt 46 Dichter an, die ein Durchschnittsalter von 66 Jahren erreichten — darunter Shelley und Keats, die sehr früh starben. Landor und Manzoni waren 89, Whittier 85, Tennyson 83, Wordsworth 80, Béranger und Browning 87 Jahre alt, als sie aus dem Leben schieden. Von den 46 Dichternamen, die er anführt, erreichten nur 7 nicht das Durchschnittsalter von 40 Jahren.

Auch die Maler gehören zu einer Menschenklasse, der man ein leicht erreghares Temperament zuschreiht, was das Lehen ahkürzen soll; und doch starh unter 39 Malern, die der Verfasser anführt, nur ein einziger unter 40 Jahren. Das Durchschnittsalter der anderen helief sich auf 66. Das höchste Alter erreichte Cornelius, er starh mit 89, nach ihm kommt Watts mit 80; der jüngste, Fortuny, starh mit 36 Jahren. Das Durchschnittsalter von 30 Musikern beträgt 62 Jahre, der älteste unter ihnen war Auber, der es auf 89 brachte, der jüngste Schubert, der schon mit 31 Jahren vom Tode hinweg-

gerafft wurde. Von den dreifsig erreichten vier ein Alter von über 80, neun zwischen 70. und 80, sieben zwischen 60 und 70, während nur vier unter 30 Jahren starben.

Das Durchschnittsalter von 26 Novellisten beträgt 63, das von 40 anderen Schriftstellern 67 Jahre. 66 Geistliche — Erzbischöfe, Bischöfe und Kardinäle, bei denen man ein langes Leben voraussetzt, sind ausgeschlossen — haben ein Durchschnittsalter von 66 Jahren erreicht; an der Spitze derselben steht der verstorbene Dr. Martineau mit der netten Jahreszahl von 94 und am Schlufs Robertson, der mit 37 Jahren starb. 35 berühmte Frauen haben das nicht zu verachtende Durchschnittsalter von 69 Jahren zu verzeichnen — ein neuerlicher Beweis von der Zähigkeit und Ausdauer des Frauengeschlechtes, welcher das Sprichwort „Weiber und Katzen sind nicht umzubringen" bekräftigt. Die Gründerin des ersten Frauenklubs, Mary Somerville, steht mit 92 Jahren an der Spitze der Frauenliste, Emilie Brontë am Schlufs derselben — sie zählte kaum dreifsig, als sie aus dem Leben schied. Von den 35 berühmten Frauen, die unser Autor anführt, erreichten nur fünf nicht das Alter von 60 Jahren, nicht weniger als 19 überschritten die Siebzig.

Den Rekord der Langlebigkeit mufs man unbedingt den Geschichtsschreibern zuerkennen. Thayler führt 38 mit einem Durchschnittsalter von 73 Jahren an. Der Senior unter ihnen war Ranke mit seinen 91 Jahren, Buckle war genau um ein halbes Jahrhundert jünger, als er das Zeitliche segnete. Nicht weniger als 14 unter diesen 38 Geschichtsschreibern wurden 80 Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Philosophen beträgt 65. Die Forscher und Erfinder kommen gleich nach den Geschichtsschreibern. Das Durchschnittsalter der 58 berühmtesten Forscher aller Länder beläuft sich auf 72 Jahre. 11 unter ihnen — als ältester Humboldt — starben über 80 Jahre alt.

In der Welt der Praktiker ist der Durchschnitt ein noch höherer. Das Durchschnittsalter eines Agitators beträgt 69 Jahre; es pendelt zwischen Kossuth 92 und Lassalle 39. Generale und Admirale weisen in Amerika ein Durchschnittsalter von 66, in Europa von 71 Jahren auf. Der älteste Name auf der Liste ist der Radetzkys mit 92, der jüngste der Skobeleffs mit 39 Jahren. Die Präsidenten der Vereinigten Staaten erreichen das annehmbare Durchschnittsalter von 67 Jahren, die britischen Premierminister das von 77, die in der Öffentlichkeit stehenden Briten überleben die Amerikaner derselben Lebensstellung um 6 Jahre. Das allgemeine Durchschnittsalter von

112 europäischen und amerikanischen in der Öffentlichkeit stehenden Männern beläuft sich auf 71 Jahre.

Thayler weist weiterhin nach, dafs die Durchschnittslebensdauer der angeführten Gruppen und Individuen 69 Jahre und 8 Monate beträgt:

46	Dichter	Durchschnittsalter	66 Jahre
39	Maler und Bildhauer . .	"	66 "
30	Musiker	"	62 "
26	Belletristen	"	63 "
40	Schriftsteller	"	67 "
22	Geistliche	"	66 "
35	Frauen	"	69 "
18	Philosophen	"	65 "
38	Historiker	"	73 "
58	Forscher und Erfinder .	"	72 "
14	Agitatoren	"	69 "
48	Generale und Admirale .	"	71 "
112	Staatsmänner	"	71 "

ist gleich einer Durchschnittssumme von 68 Jahren und 8 Monaten.

Es läfst sich einwenden, dafs eine beträchtliche Anzahl dieser Persönlichkeiten schon im 18. Jahrhundert geboren und erzogen worden ist und starb, ehe die schädlichen Zustände des 19. Jahrhunderts zur vollen Geltung kamen. Das ist wohl richtig, aber nach genauer Prüfung werden wir auch finden, dafs die meisten der vorerwähnten Langlebigen ihre eigentliche Berühmtheit erst im Laufe des 19. Jahrhunderts erlangten. Man kann füglich 1820 als das Jahr bezeichnen, in welchem die allgemeine Aufnahme der Dampfkraft eine Revolution im Fabriks- und Verkehrswesen hervorrief. Erst 1840 begannen die Eisenbahnen, Menschen und Waren in gröfserem Umfange nach allen Weltrichtungen zu befördern. 1860 kam der elektrische Telegraph erst zur allgemeinen Anwendung. Seit 1860 verdrängt eine grofse Erfindung die andere, und die Menschheit ist in die Periode der Raschlebigkeit hineingedrängt worden. Wir können also dreist behaupten, dafs die gegenwärtigen Zustände seit etwa einem halben Jahrhundert bestehen, und dafs, wenn sie wirklich schädlich wären, ihre Wirkungen sich an jenen Männern hätten geltend machen müssen, die um das Jahr 1850 in ihrer Blüte standen.

Von dieser These ausgehend, erklärt Thayler, dafs es heutzutage keinerlei Degenerationen gibt: „Die grofsen Übel, die uns entgegentreten, sind: Armut, ökonomische Ungleichheiten, Korruption im

öffentlichen Leben, Betrügereien im Handel, Spiel, Unwissenheit, Vernachlässigung der Kinder, ihre unverantwortliche Ausnutzung in den Fabriken, Pauperismus, Verbrechen und Sensationsjournalistik. Aber standen all diese Laster aufser einigen wenigen nicht auch zur Zeit, da Elisabeth Königin und Borgia Papst war, in vollster Blüte? Waren sie denn nicht vor dem goldenen Zeitalter des Augustus schon alt? Damals herrschten auch noch andere Greuel, welche mittlerweile von den Kulturvölkern ausgerottet wurden: wie religiöser Fanatismus, welcher gleichzeitig an hundert Stellen Feuer entzündete und es jahrhundertelang hell lodern liefs, blutdürstiger Aberglaube, dem neun Millionen Seelen zum Opfer fielen, Sklaverei, gewohnheitsmäfsige Grausamkeit, gerichtliche Folterung und andere Brutalitäten, deren Namen wir gar nicht aussprechen können, Blutopfer, Dienstbarkeit der Frauen, durch Unwissenheit und Unvernunft veranlafste Vernachlässigung der Kinder, Krüppel und Irren, Mifshandlung der Tiere u. s. w."

Der Irrtum der Degenerationsprediger liegt in ihrer falschen Diagnose. Sie gehen darauf aus, aus der Liste der Genies die Entartung zu beweisen, indem sie jede Abweichung vom Normalmenschen als solche bezeichnen.

Aber der Normalmensch ist nur eine Abstraktion, eine Figur von gewisser Höhe, gewissem Gewicht und gewissen Proportionen — sonst nichts. Der krankhafte Psychologe vergleicht diese Figur mit dem Genie und findet, dafs Darwin, der an Übelkeiten litt, und Carlyle, der ein Dyspeptiker war, von dem Idealnormalmenschen abwichen, also degeneriert geweeen sein mufsten.

Aber wie sehr entstellt er mit dieser These die Wahrheit! Diese bedeutenden Männer, wie alle anderen geistigen Koryphäen seit Urbeginn der Welt, waren nicht infolge ihrer Leiden bedeutend, sondern trotz derselben! Krankheiten gab es zu allen Zeiten und in allen Ländern, nur schenkt man ihnen heute, wo die so lange vernachlässigte Hygiene zum Schofskind der Medizin geworden, mehr Beachtung. Die verminderte Sterblichkeitsziffer in den Grofsstädten beweist klar und deutlich, dafs das so beliebt gewordene Schlagwort „Degeneration des Menschengeschlechts" nur eine falsche Mär ist, der wir keinen Glauben schenken dürfen. „Auf zum Licht, zu immer gröfserer physischer und geistiger Vollendung!" sei das Schlagwort des zwanzigsten Jahrhunderts. Die Schwarzseher sollen uns nicht bange machen, sie sollen tauben Ohren predigen!



Die nahezu totale Mondfinsternis vom 11. April 1903.

Es ist bekannt, dafs bei totalen Mondfinsternissen der verfinsterte Mond auch dem unbewaffneten Auge meist in einem braunroten Farbentone sichtbar bleibt, dessen Stärke allerdings von Finsternis zu Finsternis wechselt. Diese Beleuchtung rührt von der Erdatmosphäre her, die für einen Beobachter auf dem Monde während einer solchen Finsternis die völlig schwarze Scheibe der Erde etwa wie ein rötlich angehauchter Heiligenschein umschwebt. Bei der letzten Mondfinsternis war nun der Mond nicht nur dem unbewaffneten Auge bis auf das schmale, aus dem Schatten hervorragende Stückchen des nördlichen Randes völlig unsichtbar, sondern auch im Fernrohr nahm man nur eine grauschwarze Färbung ohne jeden roten Ton wahr, wie übereinstimmend berichtet wird. Wenigstens für die Beobachtungen mit dem Fernrohr kann man dies nicht durch die Überstrahlung der schwachrot leuchtenden Schattenpartien von seiten des sichtbar gebliebenen Randstücks erklären. Man hat nun in ähnlichen Fällen, wo der verfinsterte Mond ganz verschwand, zu der Annahme gegriffen, dafs, wenn grofse Wolkenmassen über jenen Gegenden der Erde schweben, die für den Mond am Rand der Erdscheibe liegen, für die der Mond also eben auf- oder untergeht, diese Wolken erhebliche Teile jener Strahlen der unter- bzw. aufgehenden Sonne abfangen würden, die dem Monde den zarten Schleier um die Nachtseite der Erde weben. Einerseits werden aber solche Wolkenscharen kaum längs eines gröfsten Kreises um die ganze Erde ununterbrochen lagern, andererseits reichen auch Wolken nur bis in geringe Höhen, und zwischen und über den Wolken würde noch Licht genug durchpassieren. Der Mondbewohner könnte nur gerade aus diesen Lücken die Verteilung der Wolkenmassen in diesem gröfsten Kreise studieren.

Herr Johnson in Bridport gibt nun eine andere Erklärung für die so sehr seltene Erscheinung der völligen Unsichtbarkeit des verfinsterten Mondes mit unbewaffnetem Auge, die immerhin der Beach-

tung wert ist. Er glaubt gefunden zu haben, dafs dieselbe stets bei Finsternissen eintritt, die sich ein, höchstens zwei Jahre nach starken vulkanischen Ausbrüchen ereignen. Wir wissen aus den Dämmerungserscheinungen, welche noch lange nach dem Ausbruch des Krakatoa 1883 und ebenso nach dem des Mont Pelé im vorigen Jahre auftraten, dafs die feinsten Aschenteile der Auswurfprodukte allmählich sehr hochschwebend sich rings über die ganze Erde verteilen. Befinden sich also die niederen Schichten der Atmosphäre nach aufsen ganz durch eine solche volle Kugelschale feinster Asche abgeschlossen, so erscheint diese allerdings geeignet, Sonnenstrahlen, welche fast tangential durch die Kugelschale gehen, also erhebliche Strecken der Aschenschicht durchdringen müfsten, ganz abzufangen. Johnson stellt in Parallele die letzte Mondfinsternis mit den Katastrophen im Karaibischen Meere im Vorjahre, die Mondfinsternisse vom 4. Oktober 1884 und 30. März 1885 mit dem Ausbruche des Krakatoa 1883, die Finsternis vom 10. Juni 1816 mit der Eruption des Mayon auf den Philippinen 1814 und führt weiter die Mondfinsternis vom 18. Mai 1761 an, von der Wargentin in Stockholm berichtet, dafs er auch im Fernrohr nicht die leiseste Spur des verfinsterten Mondes zu entdecken vermochte. Zwei Jahre vorher fand in der Nacht vom 28. zum 29. September 1759 die Bildung des Vulkans Jorullo in Mexiko statt, der, 270 km von der See und 320 km von einem tätigen Vulkan entfernt, einen Landstrich von 12 Quadratkilometern Flächeninhalt bis zu 160 m emporwulstete, in welchem inmitten zahlreicher feuerspeiender Kegel 6 Berge von 400—500 m Höhe entstanden, deren gröfster Vulkan, der Jorullo, bis zum Februar 1760 seine feuerspeiende Tätigkeit fortsetzte. Zu einer noch früheren Finsternis mit unsichtbarem Monde vom April 1642, die Wendelinus erwähnt, pafst ein Ausbruch des Tunguragua auf den Philippinen 1641, und zu einer von Tycho beschriebenen von 1588 die schrecklichen Ausbrüche der beiden Fuegos de Guatemala im Jahre 1586. Die nächste Mondfinsternis vom 6. Oktober 1903, die noch unter ähnlichen Bedingungen wie die letzte stattfinden mufs und somit als Prüfstein der Johnsonschen Theorie dienen kann, ist leider nur in Asien und Australien sichtbar, wird also nicht viel beobachtet werden.

Zur Erklärung einer anderen, ebenfalls seltenen Erscheinung bei Mondfinsternissen hat der jüngst verstorbene Observator der Sternwarte in Bonn, Fr. Deichmüller, noch wenige Wochen vor seinem Tode in A. N. 3865 Stellung genommen. Wir meinen die Fortsetzung des Erdschattens aufserhalb der Mondscheibe. Er beobachtete die-

eelbe am 11. April d. J. beim Fortschreiten des Schattens auf dem Monde und hält sie lediglich für eine Kontraetwirkung, die nur dann zum Bewufetsein kommt, wenn der bereits verfinsterte Teil des Mondes einförmig grau ist. Deichmüller fand die Umgebung dee Mondes neben den noch leuchtenden Partien tiefblau, in der Komplementärfarbe des glänzendgelben Mondes erscheinend, neben den bereits verfinsterten ebenso bleigrau wie jene, eogar ohne dafe der Mondrand erkennbar war. Die beiden verechieden gefärbten Teile des Himmelsgrundee wurden durch eine scharfe, bie auf einige Bogenminuten vom Mondrand nach aufeen zu verfolgende Trennungslinie geschieden, die, lediglich auf Augentäuschung beruhend, doch genau in der Forteetzung dee Schattenrandee auf dem Monde verlaufen mufste. Die Erscheinung tritt nach Deichmüller nur ein, wenn der verfinsterte Teil des Mondes nahezu ganz verschwindet, also sehr selten; ist er rotbraun gefärbt, so tritt auch neben ihm ein wenngleich schwächeres Blau als Himmelegrund auf ohne echarfe Trennungelinie gegen die Partie neben den noch beleuchteten Mondeeteilen. Rp.



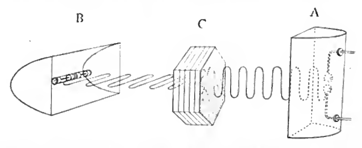
Der Begleiter des Polarsterns, ein Stern 9. Gröfse, scheint nach Beobachtungen von Dr. Jost in Heidelberg, die sich vom 8. November 1902 bis 26. Februar 1903 eretreckten, veränderlich zu sein. Verglichen mit 4 polnahen Sternen, deren Helligkeit scharf gegen die Müller-Kempfschen Plejadensterne bestimmt wurde, ergaben sich dabei für die photometrischen Gröfeen dee Polarisbegleitere Werte, die zwischen $8^m 52$ und $9^m 64$ liegen, also zweifelloe eine wirkliche Lichtschwankung anzeigen, wenngleich die bisherigen Beobachtungen die Dauer der Periode noch nicht eicher erkennen lassen. Dafs der Polarsternbegleiter in den Meridianfernrohren bei Beobachtung der Kulmination des Hauptsterns sehr verschieden gut sichtbar war, ist gewifs schon vielen Astronomen aufgefallen, man war indes wohl meistens geneigt, dies allein auf die wechselnde Luftdurcheichtigkeit zu schieben. Der Begleiter gehört dem System des Polarsterns physisch an; er hat, seit er gemeseen iet, Distanz und Positionswinkel gegen den Hauptstern noch nicht merklich geändert, obwohl sich dieser um 0″ 042 in R. A. jährlich bewegt; der Begleiter geht also mit. In dem Licht des Hauptsterns $2^m 2$ bergen sich für uns bekanntlich 3 Sterne, die das Spektroekop uns offenbart hat. Zwei von ihnen laufen in 4 Tagen mit 3 km Geschwindigkeit im Visionsradius

umeinander. Das System, welches sie mit einem dritten Stern bilden, schwingt in mehr als 15 Jahren mit etwa 6 km Geschwindigkeit um den gemeinsamen Schwerpunkt. Hierzu tritt nun die Veränderlichkeit des 4. Sterns des Systems, der optisch trennbar ist, als weitere Eigentümlichkeit. Die schärfere Festlegung des letzteren ist wohl auch Liebhabern der Astronomie mit geeigneten Instrumenten möglich.

Rp.



Die Drehung der Polarisationsebene elektrischer Wellen. Nachdem durch die genialen Untersuchungen unseres unvergefslichen Landsmannes Heinrich Hertz die Ätherwellennatur der Strahlen elektrischer Kraft nachgewiesen war, gelang es auch bald, alle jene Er-



scheinungen an den elektrischen Strahlen nachzuweisen, welche man am Licht längst kannte. Schon Hertz selbst stellte die Reflexion und Brechbarkeit elektrischer Strahlung fest. Späterhin gelang es C. Bose, die Drehung der Polarisationsebene nachzuweisen, indem er die elektrischen Strahlen durch ein Bündel gedrillter Jutefasern schickte. Zieht man die Analogie der Lichtstrahlen heran, so findet man also die Jutefasern in gleicher Weise auf die elektrischen Strahlen einwirkend, wie etwa Quarz und Zucker auf Lichtstrahlen. Wie wir einer italienischen Fachzeitschrift entnehmen, hat nunmehr Carbasso die Drehung durch ein fast noch einfacheres Mittel dargetan. Schon aus den Untersuchungen Righis ging mit Gewifsheit hervor, dafs sich Holz elektrischen Wellen gegenüber kristallähnlich verhält. Carbasso konstruiert nun aus Holzplatten folgendermafsen einen Apparat zur Drehung der elektrischen Polarisationsebene. Er schneidet sechskantige Holztafeln von etwa 15 cm Seiten parallel zu den Holzfasern heraus und legt sie in gröfserer Zahl so aufeinander, dafs ihre Fasern

um 120° gegeneinander gedreht werden. Nach seinen Angaben vermögen Tafeln von 2,5 cm Dicke allerdings noch keine mefsbare Drehung hervorzurufen. Bei einer Dicke von 5 cm beträgt aber der nachweisbare Wert der Drehung schon 8—10°, bei noch gröfserer Schichtdicke natürlich entsprechend mehr. Die Drehung erfolgt in demselben Sinne, in dem auch die Holztafeln gegeneinander versetzt worden sind.

Wir haben zum besseren Verständnis des Vorganges eine Skizze beigefügt, welche die Drehung der Polarisationsebene durch den Holzplattensatz C veranschaulicht. Der mit einem Oscillator ausgerüstete Hertzsche Spiegel A sendet nur elektrische Wellen in der vertikalen Schwingungsebene aus. Der Strahl ist also bereits durch seine Entstehung polarisiert und kann daher durch den Cohärerspiegel B nur dann aufgefangen werden, wenn dieser ebenfalls vertikal steht. Sonst läuft er sich an ihm tot. Dieser Fall würde bei der in der Figur dargestellten Situation eintreten, wenn nicht der in den Strahlengang gebrachte Holzplattensatz eine Drehung der Polarisationsebene bewirkte. Die dargestellte Wendung um 90° läfst sich allerdings nicht erreichen; der Versuch verläuft vielmehr folgendermafsen: Die anfangs gleichsinnig stehenden Spiegel werden gegeneinander so verdreht, dafs der Cohärer gerade nicht mehr anspricht. Wird dann der Plattensatz in den Gang der Strahlen gestellt, so tritt der Cohärer sofort wieder in Tätigkeit, falls die Drehung der Holzfasern im Sinne der vorangegangenen Spiegeldrehung besteht. B. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



In der Höhlenwelt von St. Canzian: Letzte Rekaschwinde.

Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.



Die Höhlenwelt von St. Canzian.

Von Dr. P. Schwahn in Berlin.

Über allerlei merkwürdige Entdeckungen im Reiche der Unterwelt konnte man jüngst in den Tageblättern lesen. Im Waldstättenkanton Schwyz wurde durch kühne Forscher eine imposante Höhlenwelt erschlossen, auf Capri gelang es den Bemühungen eines deutschen Malers, in das Felsenloch einzudringen, welches den Zugang zu einer neuen Grotte an der grauen Steilküste dieses Eilandes bildet. Wunderliche Dinge sind dabei berichtet worden. So konnte man bei dem einen Höhlenfunde von einem Niagara lesen, der die unterirdischen Räume durchtosen soll, bei dem anderen von einem Lichtzauber und einer Pracht der Kalksinterbildungen, denen gegenüber das Kleinod Capris, die weltberühmte „Grotta azzurra“, weit in den Schatten tritt.

Etwas sensationell angehaucht erscheinen diese Erzählungen. Vielleicht erachtet man es ab und zu für geboten, zu den übrigen grandiosen Naturszenerien der Schweiz und des Felseneilands am Golfe der Parthenope noch ein paar andere hinzuzufügen, damit die Wunder vollständig werden und der Bergfex in diesen beiden Dorados der reiselustigen Welt auch bei unterirdischen Wanderungen auf seine Kosten kommen könne.

Vorläufig wird der Höhlenfreund gut tun abzuwarten, was an diesen Berichten Wahres bleibt. Er kann dies um so mehr, als der krainische und der küstenländische Karst genug Gelegenheit bieten, die Schrecknisse der Unterwelt kennen zu lernen.

Wenn von den Höhlen des Karstes die Rede ist, denkt man in erster Linie an die Adelsberger Grotte. Sie ist weltbekannt; schon auf der Schulbank haben wir von ihr gehört. Bereits im Jahre 1213

wurde sie von Menschen betreten, und seitdem die erste gründliche Beschreibung von dem Krainer Chronisten Valvasor 1689 gegeben wurde, ist sie vielfach Gegenstand begeisterter Schilderungen geworden. In dem Maſse wie der Ruhm dieser Höhlenwelt verkündet worden ist, wird sie von Scharen Fremder besucht. Zu ihr wandelt der Brite, der an den Basaltsäulen der Fingalsgrotte gestanden, zu ihr der Skandinavier, dem der Donner seines Rjukanfos in den Ohren gellt, ihr opfert auch der Deutsche gern ein paar Stunden, wenn er über das öde Steinmeer des Karstes der blauen Adria zustrebt.

Die Adelsberger Grotte verdankt ihren Weltruf nicht nur ihrer eigenartigen Natur, sondern auch der rührigen Tätigkeit der Grottenverwaltung, die für das „Wunder von Adelsberg" geschickt Reklame zu machen verstand. Findet man doch auf allen Stationen der österreichischen Südbahn, selbst in Tirol, mächtige Plakate, die den Preis der Grotte verkünden, die von den bezaubernden Reizen einer unterirdischen Wanderung bei magischer Beleuchtung erzählen und endlich all' jenen Komfort versprechen, den Adelsberg in Form vornehmer Hotels darbietet.

Ein wenig Reklame für Adelsberg ist schon deshalb geboten, weil nicht weit davon im küstenländischen Karst ein anderes Naturwunder viel von sich reden macht. Es sind die Rekahöhlen bei St. Canzian sowie die im Jahre 1884 entdeckte Kronprinz Rudolf-Grotte unweit der Südbahnstation Divača. An Gröſse und Wildheit übertreffen diese Rekahöhlen bei weitem die Adelsberger Grotte und, was ihnen an Gestaltenreichtum abgeht, das ersetzt die nahe Kronprinz Rudolf-Höhle durch wundervolle Tropfsteinbildungen. Eins haben aber die küstenländischen Grotten sicher voraus: den Reiz der Ursprünglichkeit und Neuheit. Denn wohin der Touristenstrom sich ergieſst, wo man einer gewaltigen Natur durch allerlei Kunststücke und Lichteffekte Zwang antut, wie dies in Adelsberg geschieht, da wird der Besuch der Unterwelt zu einer Salonpromenade; der Wanderer empfindet nichts mehr von dem angenehmen Grausen, das ihn sonst wohl beim Betreten der Hallen Proserpinas beschleicht.

Tatsache ist auch, daſs die Adelsberger Grotte, bevor sie elektrisch beleuchtet wurde, auſserordentlich viel unter dem Qualm des Fackellichtes zu leiden gehabt hat. So manche der früher herrlich glitzernden Tropfsteinbildungen sind dadurch in ein nichtssagendes graues Gewand gehüllt worden. Die Höhlen von Divača prangen dagegen in reinster Jungfräulichkeit, sie sind von dem Schwarm der Touristen fast unberührt geblieben, denn merkwürdigerweise hat sich die Ge-

meindeverwaltung von Divača nicht dazu verstehen können, für das „Weltwunder der Reka" die Reklametrommel zu schlagen.

Wir werden heute unseren Lesern von den Rekakatarakten berichten und von den Säulenaltären der Geister, welche dort in finsteren Nischen so vieler noch unbetretener Katakomben stehen. Wie eine moderne Robinsonade klingt die Erforschung dieser Höhlenwelt.

Aber bevor wir in das unterirdische Labyrinth eindringen, ein paar Worte über die Gegend von Divača und St. Canzian sowie über die merkwürdige Natur des Karstes.

Die Landschaft, welche „Karst" benannt wird, beginnt unmittelbar südlich von der krainischen Hauptstadt Laibach. Indessen sind in Krain die typischen Erscheinungen der Verkarstung durch üppigen Waldbestand teilweise maskiert. Der Reisende, welcher auf der Südbahn nach Triest oder Fiume fährt, merkt in Krain kaum etwas von den Steinwüsten und den dort sich geheimnisvoll öffnenden Verliesen, die in das Reich der Nacht führen. Nur ab und zu erblickt er zwischen urwaldähnlichen Tannen und Buchen kreisförmige Bodenvertiefungen, die sogenannten Dolinen, als einzige Anzeichen der unterirdischen Zerklüftung. Erst nachdem die Stationen Adelsberg und St. Peter erreicht sind, beginnt die eigentliche Hochfläche des Karstes, und hier sieht man sich rings umgeben von versteinerten Wogenbergen und -Tälern; es ist ein Felsenmeer im geologischen Sinne. Moränenartig sind die grauen, flimmernden Kalktrümmer daselbst über die Landschaft zerstreut, sie verleihen ihr das Aussehen eines maurischen Friedhofes mit stellenweise aufgerichteten Monolithen. Dem Auge macht dieses Bild chaotischer Zerstörung den Eindruck als hätten die Elemente hier furchtbar gehaust. Doch ist der Prozefs der Verkarstung kein gewaltsamer gewesen, sondern ein verhältnismäfsig langsamer; er ist auch nur zum geringsten Teil durch die Entwaldung der Hochfläche bedingt worden.*) Der Grund der Bodenzertrümmerung liegt vielmehr in den klimatischen Verhältnissen und in der Gesteinsbeschaffenheit selbst, welche einer fortschreitenden oberirdischen und unterirdischen Erosion die Wege bahnten. Dem Walten dieser Naturkräfte ist es zu danken, dafs einer der merkwürdigsten und sehenswürdigsten Landstriche geschaffen wurde, zerrüttet und unterwühlt voll Höhlen und Riesenquellen mit landschaftlichen Kontrasten, welche die kühnste Phantasie vergeblich ersinnen würde.

*) Dafs die Venezianer in Istrien und Dalmatien ihren gewaltigen Holzbedarf gedeckt haben, steht fest. Ob aber dadurch die Verödung und Verkarstung dieser Länder herbeigeführt ist, erscheint zweifelhaft. In Dalmatien haben die Ziegen sicherlich mehr den Waldbestand vernichtet.

Mitten in dieser steinigen Wildnis des Karstes, etwa auf halbem Wege zwischen St. Peter und Triest, liegt die Südbahnstation Divača. Hier entsteigen wir dem Zuge, um nach St. Canzian zu wandern. Zuvor aber wollen wir in der dicht beim Bahnhof liegenden Wirtschaft von J. Mahortschitsch einkehren und uns bei einem Glase Wein auf die Sehenswürdigkeiten der Unterwelt ein wenig vorbereiten lassen. Der ortskundige Gastherr, der den stolzen Titel eines „Grottenvaters“ führt, weifs allerlei merkwürdige Dinge über die säulengeschmückten Hallen der nahen Kronprinz Rudolf-Grotte zu berichten, deren Entdecker, Gregor Siberna, sich inzwischen eingefunden hat, um uns nötigenfalls als Führer zu dienen. Auch der schauerliche Abgrund des Schlangenloches, der slavischen „Kačna Jama“ — ein Abgrund, welcher dicht beim Orte 200 m in die Tiefe reicht und sich kilometerlang unter Divača hinzieht —, bildet den Mittelpunkt des Gespräches. Nur von den Höhlen bei St. Canzian will unser biederer Wirt nichts wissen; dies verbietet ihm selbstverständlich der Lokalpatriotismus. Dafs auch der löbliche Magistrat von Divača während unserer Unterhaltung in die Diskussion gezogen und dessen mangelnde Unternehmungslust im Gegensatz zu der Rührigkeit, die man in Adelsberg entfaltet, nicht gerade sehr vorteilhaft beurteilt wird, darf ich wohl verraten; ja ich mufs dem Grottenvater von Divača durchaus beistimmen, wenn er sich und dem Orte goldene Berge von dem notwendigen Requisit jeden Erfolges, von ein wenig Reklame für die Höhlenwelt dieser Gegend, verspricht.

Vorläufig vertrösten wir unseren Wirt damit, dafs wir die Kronprinz Rudolf-Grotte, vielleicht auch die Kačna Jama bei der Rückkehr würdigen werden und treten die Wanderung nach St. Canzian an. Sie führt uns zunächst nach dem Dörfchen Gradischce mitten in den Bereich der eigenartigen Karstszenerien. Es ist nicht übertrieben, wenn man behauptet, dafs an keiner Stelle des grofsen Alpengebietes sich dem Reisenden eine derartige Überraschung darbietet wie hier. Geht man grofsen und wilden Szenerien des Hochgebirges entgegen, so naht man sich ihnen in keiner Weise unvorbereitet. Hier, wo wir die Wunder der Unterwelt schauen, ist es anders! Auf fast ebener Fläche schreitet der Wanderer fort, und die gewaltigen Schrecknisse der zerrissenen und zerklüfteten Erdkruste enthüllen sich hier nicht über seinem Haupte, sondern zu seinen Füfsen.

Einen Anblick, wie man ihn auf der Mondoberfläche haben würde, bietet die Rundschau bei Gradischce. Wir schauen in ein Gewirr von kraterähnlichen Schlünden, wir stehen vor einer ganzen

Kette von Dolinen, deren gröfste, die Jablana, nicht weniger als 380 m in die Tiefe reicht. Diese Dolinen sind zugleich die „Blumentöpfe des Karstes". In ihnen grünt und blüht es, während oben in der



St. Canzian mit Dolinen.
Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.

Steinwüste nur spärliches Buschwerk gedeiht, über welches im Winter die Bora fegt, die den Baumwuchs nicht duldet.

Bald hinter Gradischce wird die grofse Doline von St. Canzian erreicht, das eigentliche Wunder dieser Gegend, welches die Geheimnisse der Reka umschliefst. Wir betreten am Westrande des Felsen-

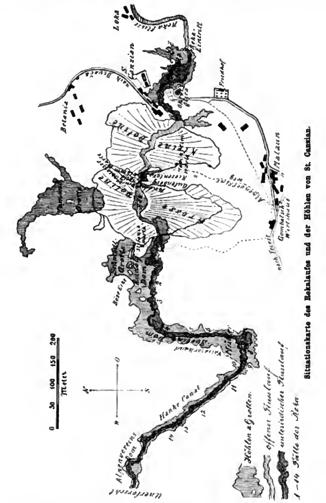
kessels einen aufgemauerten Aussichtspunkt, die sogenannte Stephaniewarte (Fig. S. 53). Von dort eröffnet sich ein imposanter Einblick in den zerklüfteten Riesenschlund. In der Tiefe desselben, 160 m unter uns, verschwindet die Reka im Reiche der Nacht, nachdem sie uns gegenüber unter dem Plateau von St. Canzian ihrem finsteren Gefängnis entschlüpft ist. Wir schauen in die dunklen Grotten und Gänge, in die schwarzen Verliese, durch welche der Strom rauscht, wir hören das Summen seiner stürzenden Wasser am Grunde des Schlundes, aber die Situation ist schwer zu begreifen, denn ein Wirrsal von Felsstaffeln und Riffen zwischen Buschwerk und Blöcken verdeckt uns den Blick. Das Ganze wirkt so verwirrend, dafs man sich nur mit Hilfe einer guten Karte zu orientieren vermag (siehe das Kärtchen S. 55). Die Doline selbst ist durch einen 60 m hohen Querriegel in zwei Kessel getrennt, in die sogenannte „Grofse und Kleine Dolina“.

Die Reka, welche dort drüben unter dem Plateau von St. Canzian nach kurzer Gefangenschaft aus dem Felsen kommt, durchströmt zuvörderst den kleinen Trichter, durchbricht mit staffelförmigem Gefälle den erwähnten Riegel unter einem Felsentor, um 10 m tief in den grofsen Trichter hinabzustürzen und gleich darauf ein teichartiges Becken in demselben zu bilden. Alsdann fliefst sie mittels eines Kataraktes aus letzterem ab und verschwindet am Grunde der 160 m hohen Dolinenwand fast unmittelbar unter der Stephaniewarte, auf der sich unser Standpunkt befindet. Hier tritt nun der Flufs seine rätselhafte Wanderung in die Unterwelt an. Die nächtlichen Hallen, die er durchrauscht, hat man nur etwa 1 Kilometer verfolgen können; sein weiteres Schicksal ist ein tiefes Geheimnis, denn nur Vermutungen sind es, dass man in dem zwischen Duino und Monfalcone in die Adria mündenden Timavo den Abflufs dieses merkwürdigen acherontischen Wassers gesucht hat.

Die Umgebung der Doline fesselt nicht minder den Blick wie das Wunder der Tiefe. Drüben, jenseits des Riesenschlundes, thront auf gewaltiger Felsmauer das Dorf St. Canzian mit dem schlanken Turm des dem heiligen Cantianus geweihten Kirchleins. Und weiter schweift das Auge gen Osten über die gleifsenden Steintrümmer bis zum fernen Horizont, wo das weifse Haupt des Krainer Schneeberges und die graue Felsenmauer des Nanos in den blauen Himmel des Südens ragen. Es ist ein formenreiches, überraschendes Bild; ein heroischer Zug liegt in dieser Landschaft des Karstes!

Doch nun hinab in die gewaltigen, von dem Toben und Rauschen der Reka erfüllten Dome. Gegenüber der Stephaniewarte, dicht neben

St. Canzian befinden sich die wenigen Häuser von Matawun. Eins darunter, das Gasthaus des J. Gombatsch „Zu den Canzianer Grotten“,



Situationskarte des Rekalaufes und der Höhlen von St. Canzian.

bildet den Sammelpunkt aller Höhlenfahrer. Hier findet man neben guter Verpflegung Führer für die unterirdische Wanderung sowie die dazu nötigen Requisiten, als Kerzen, Fackeln, Magnesiumband u. s. w. Die

schlichten Räume des Wirtshauses haben manche hochromantische Geschichte erzählen hören, als vor wenigen Jahren kühne Pioniere die ersten Entdeckungsfahrten mit ihren gruseligen Zwischenfällen in das nachterfüllte Reich der Reka unternahmen. Wer heute dasselbe besucht, hat es freilich leichter. Durch die Fürsorge der Sektion Küstenland des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins sind die bedenklichsten Hindernisse beseitigt und die Pfade gebahnt worden. Zwar wird dafür eine kleine Eintrittsgebühr erhoben, doch kommt dieselbe lediglich der weiteren Erschliefsung und Erforschung der Höhlenwelt zugute. Wir leisten die bescheidene Beisteuer um so freudiger, als es noch gewaltiger Mittel bedarf, um die Rekawunder der Touristenwelt voll zu erschliefsen, und die Höhlenwanderung an sich ein äufserst billiges Vergnügen ist. Der Führerlohn beträgt für den einzelnen Besucher nur 20 kr pro Stunde, und wenn mehrere zusammengehen, zahlt jede Person gar nur 10 kr pro Stunde. Gewifs billige Verhältnisse, wenn man bedenkt, wie tief man oft in die Tasche greifen mufs, um unter kundiger Leitung einen Bergriesen der Schweiz zu erobern!

Ehe wir in die Doline hinabsteigen und den Spaziergang durch die unterirdischen Räume antreten, bedarf es noch einer kleinen Orientierung auf der Oberwelt. Dort hinter St. Canzian liegt die Stelle, wo die Reka zuerst ihren nächtlichen Lauf beginnt, wo sie unter dem Felsenplateau des genannten Ortes verschwindet. Dorthin wollen wir wandern! Unterwegs treffen wir gleich hinter dem Friedhof von St. Canzian auf einen merkwürdigen Naturschacht; es ist der Abgrund der Okroglica, ein Loch von unheimlicher Tiefe, aus dem das Brausen des acherontischen Wassers an unser Ohr dringt. Unser Führer ergreift einen Stein und wirft ihn in den Trichter hinab; erst nach fünf Sekunden verkündet dumpfes Krachen die Ankunft desselben, und polternd fällt er dann über eine Steinhalde in das Wasser hinab. Es dünkt eine Kühnheit, dafs der Mensch es gewagt hat, auf diesem unterwühlten Boden ein ganzes Dorf anzubauen.

Gleich hinter der Okroglica fällt das Plateau von St. Canzian sehr steil gegen den nun sichtbar werdenden Rekaflufs ab. In tief eingeschnittenem Bette schlängelt sich der Strom heran, mit dem Grün seines Wassers das Grau des Gesteines belebend. Alte zerfallene Mühlen und die Ruinen der Burg Neukofel geben seinen Ufern ein romantisches Gepräge, weit öffnet sich das obere Rekatal, aus dem freundliche Dörfer, Wiesen nnd angebaute Fluren und in dämmernder Ferne der Krainer Schneeberg uns entgegen winken.

Wir steigen die Halde hinab und befinden uns an der Stelle, wo der Flufs zum ersten Male in die Felsen eindringt. Schäumend



Reka-Eintritt in die Mahortschitschhöhle.
Aufgenommen vom Verfasser.

stürzt er über kleine Wasserfälle und Stromschnellen in sein Gefängnis hinein. Das Tor, durch welches er demselben zustrebt (Fig. S. 57),

hat eine Höhe von beiläufig 30 m und eine Breite von 10 m. Hell flutet das Tageslicht in das Innere hinein, geisterhaft spiegeln sich die verschwimmenden Felskonturen auf dem dunklen Wasserspiegel der Reka, bis endlich pechschwarze Nacht ihren weiteren Lauf verhüllt. Der unterirdische Dom, welchen der Strom zuerst durchrauscht, zählt, was das Spiel der Farben betrifft, zu den herrlichsten von St. Canzian. Es ist die Mahortschitschhöhle, von welcher sich eine seitliche Halle — die Czoerniggrotte — abzweigt.

An diese Höhle knüpft sich eine merkwürdige Episode. Jahrhunderte vergingen, ohne dafs ein Menschenkind es gewagt hätte, über das Portal hinaus auf dem nächtlichen Strom vorzudringen. Da versuchte im Jahre 1884 ein waghalsiger Pionier dieser Höhlenwelt, J. Marinitsch, die Durchfahrt vom Reka-Tor nach der kleinen Doline. Sein Boot wurde von einem Wasserfall erfafst und am Felsen zertrümmert, Marinitsch selbst wie durch ein Wunder gerettet, nachdem er durch drei Fälle fortgerissen ward. Es gelang ihm, sich an eine Felsenplatte zu klammern und auf dieselbe zu schwingen. Volle zwölf Stunden lang safs er hier in der Stockfinsternis gefangen, den Tod vor Augen, bis es den Anstrengungen seiner Freunde gelang, ihn aus dieser verzweifelten Lage zu befreien. Später freilich hat der unverzagte Grottenforscher noch einmal das Wagnis unternommen und mit mehr Glück dieselbe Strecke flufsaufwärts in einem Boote zurückgelegt.

Obwohl die Mahortschitschhöhle nach dem Urteile mancher Touristen hinsichtlich ihrer Licht- und Farbeneffekte mit der Blauen Grotte auf Capri wetteifern soll, wird sie doch viel weniger als die übrigen Räume der Canzianer Höhlenwelt besucht. Die Sektion Küstenland hat noch nicht die Mittel gefunden, um diese hochinteressante Örtlichkeit zu erschliefsen, und so lassen die Zugänge zu derselben vieles zu wünschen übrig. Mögen begüterte Verehrer der Alpenwelt ihr Scherflein beitragen, damit das gröfste Naturwunder Österreichs bald in seiner ganzen Vollständigkeit der reisenden Welt eröffnet wird!

Vorläufig beschränken sich die Grottenfahrer auf den Besuch der westlich von der grofsen Dolina liegenden Wasserhöhlen; sie bilden den Anfang jener ununterbrochenen Kette unterirdischer Hallen, welche die Reka zu ihrem nächtlichen Lauf benutzt. Den Zugang zu diesem Grottenkomplex vermittelt der „Alpenvereinsweg“; er führt von St. Canzian am Gasthaus des Grottenvaters Gombatsch vorüber auf dem die grofse und kleine Doline trennenden Felsgrat entlang und dann weiter abwärts bis zum Grunde der grofsen Doline. Breite Steinstufen

bieten dem Fufse Sicherheit, gute eiserne Geländer dienen der Hand als Stütze, wo der Pfad über das schlüpfrige Gestein hinabführt. Dieser Alpenvereinsweg ist der steinerne Ariadnefaden, der den Gast von St. Canzian zu all den wundersamen Schaustücken führt, die sich aus wilden Wasserbrodeln, finsteren Toren, Felsabstürzen und aussichtsreichen Warten zusammensetzen.



Rekafall und Tommasinibrücke.
Aufgenommen von M. Schäber in Adelsberg.

Gleich zu Anfang desselben liegt die Marinitschwarte mit prächtigem Blick in die kleine Doline und auf die gewaltige Felsmauer, die das Dorf St. Canzian trägt. Weiter schreitend schauen wir in den klaffenden Spalt der „Riesentorklamm“, durch den die Reka sich stürzt, um ihre tosenden Wasser am Grunde der grofsen Doline in einem kleinen Seebecken zu sammeln. Unter der hohen Wölbung

dieses Naturbogens befindet sich auf vorspringender Felsenkanzel über den schäumenden Wallungen, die an den Felsen sich brechen und ihre hellen Garben gegen die dunklen Wände schleudern, ein weiterer Aussichtspunkt, die „Guttenberghalle“. Die Szenerie ist grofsartig; sie gewährt einen Anblick, wie man ihn ähnlich nur in der berühmten Lichtenstein- und Kitzlochklamm geniefsen kann.

Schreiten wir weiter. Es folgt die „Tommasinibrücke“*); sie schwingt sich in Kirchturmshöhe über den hier 11 m breiten Abgrund (Fig. S. 59). Ein Gefühl der Beklemmung erfafst uns beim Hinabschauen in die Tiefe; krampfhaft erfafst unsere Hand das Geländer der Brücke. Das Schauerliche wird durch das Tosen des Stromes vermehrt, der hier einen harten Kampf mit dem Felsen besteht. Bald schiefst er in ausgewaschener Rinne reifsend dahin; bald gleitet er in verborgenen Höhlungen gurgelnd und wirbelnd umher; dann wieder gilt es für ihn, starre Klippen zu übersetzen, oder sein brausendes Wasser flattert im stäubenden Sturz jählings hinab, um drunten, gleich siedender Milch schäumend, sich im tiefen, dunklen Felsbecken zu sammeln. An den Schründen leuchtet das helle Grün einiger Büsche, es zeigen sich Blumen im schwankenden Hauche der ungestümen Najaden. Ein Künstler könnte hier Dutzende von Veduten finden, die Aufsehen in unsern Kunsthallen erregen würden, aber er fehlt in diesem vernachlässigten Winkel des Karstes! Die landläufige Gedankenlosigkeit einiger Schriftsteller, welche von der Öde, Wildheit und Eintönigkeit der Karstlandschaften reden, wird noch lange die reisende Welt von denselben fern halten.

Hinter der Tommasinibrücke macht unser Führer Halt. Er bedeutet uns, dafs es zweckmäfsig sei, den Überzieher abzulegen sowie auch sonstige überflüssige Dinge zurückzulassen. Dann zündet er die mitgebrachten Kerzen an und führt uns in einen Felstunnel, den wir in gebückter Haltung durchschreiten. Beim Eintritt in diesen „Naturstollen“ empfängt uns dumpfes Sausen und ein Geräusch ähnlich dem der Pochwerke. Je weiter wir eindringen, desto lebhafter wird der Lärm, der von den Wasserfällen der Klamm herrührt. Und nun, beim Verlassen des dunklen Ganges erschliefst sich ein neues, grofsartiges Schaustück dieser Wasser- und Felsenwelt. Wir befinden uns hier hart an den tosenden Wellen der Reka und geniefsen einen unvergefslichen Einblick in ihr wütendes Spiel. Der Aussichtspunkt, den wir betreten haben, heifst die Oblasserwarte, so benannt nach Frau

*) Benannt nach dem Karstforscher Mutius von Tommasini.

Joeephine Oblasser aus Triest, welche die nötigen Geldmittel zur Anlage gespendet hat.

Vom Stollen führt der Weg hinab in den Grund der grofsen Doline, einen von Steinen, Geröll und Felsblöcken erfüllten Keseel, in dem die Reka sich zum kleinen Seebecken aufgestaut hat, um dann



Abstieg in der Doline zu den Höhlen.
Aufgenommen von M. Schäber in Adelsberg.

nach mehreren Wasserfällen unter einer verhältniemäfeig niedrigen Felsenwölbung zu verschwinden. Der direkte Weg zu den nächtlichen Wassern ist aleo verechloeeen, man mufs zu ihnen auf Umwegen durch die weite Halle der Schmidlgrotte gelangen, deren dunkles Eingangsportal 30 m über der Stelle liegt, wo der Strom sich in den Felsen stürzt. Zur Schmidlgrotte führt der „Plenkersteg", ein aufserordentlich kühn angelegter Pfad (Fig. S. 61), der sich hoch an den

Wänden, teilweise unter überhängendem Fels, hinzieht, jedoch so durch doppelte Eisengitter gesichert ist, dafs allen Fatalitäten vorgebeugt zu sein scheint, wenn man die nötige Vorsicht nicht ausser acht läfst.

Nun endlich sind wir am Eingange der Grottenwelt. Wir haben die Schmidlgrotte betreten, und unter der Leitung des kundigen Führers kann jetzt die nächtliche Wanderung durch die endlosen Katakomben der Reka beginnen. Aber bevor wir die Kerzen anstecken und uns marschbereit machen, laden die hier aufgestellten Bänke ein wenig zur Rast ein. Hat der Gang uns auf dem steinigen Pfade warm gemacht, so wäre es auch aufserdem gar nicht ratsam, sich in erhitztem und übermüdetem Zustande in die feuchtkalten Räume zu begeben, wo teilweise ein starker Luftzug herrscht. Inzwischen sehen wir uns in der Grotte ein wenig um. Es ist eine mächtige Halle von 80 m Länge und 30 m Höhe, die durch das weite Eingangsportal fast tageshell erleuchtet wird. Ihr Boden besteht aus angeschwemmtem Lehm, ihre Decke schmücken zahlreiche wunderliche Tropfsteingebilde, während bizarre Steinformen die Wände kulissenartig bedecken. Welke Kränze, die in den Nischen hängen, Bildnisse und allerlei sonderbare Idole erregen unsere Aufmerksamkeit. Auf Befragen erklärt uns unser Führer, dafs sie von den Grottenfeiern herstammen, welche die Triestiner alljährlich hier abhalten. Ohne Mystik wird es bei diesen Festen nicht abgehen, und wahrlich kein Ort auf der Welt scheint geeigneter, mystische Vorstellungen und Gedanken anzuregen, als diese dunklen, von schwarzer Nacht und brausendem Wasser erfüllten Räume, welche sich tief in das Reich des Pluto, das noch keines Menschen Fufs betreten hat, verlieren. Mit Strickleitern, Seilen, Balken, Kähnen, Fackeln und Laternen hat man dieses Reich zu erobern gesucht; dies sind neben einer tüchtigen Portion Tollkühnheit die Waffen, mit denen man den Geistern der Unterwelt zu Leibe gehen mufs. Ein wahres Arsenal solcher für den Grottenforscher notwendiger Requisiten findet man denn auch in der Schmidlgrotte aufgestapelt, die deswegen der „Hafen“ genannt wird.

Unser Führer zündet jetzt die Lichte an und fordert zum Weitergehen auf. In Gedanken versunken, welche der ungewohnten Situation entsprechen, folgen wir ihm bis ans Ende der Schmidlgrotte, wo der Weg links abbiegt. Allmählich wird es finster; jetzt tun die Kerzen ihre Schuldigkeit; vorsichtig setzen wir den Fufs auf den schlüpfrigen Boden, fester umschlingt die Hand das Geländer. Die Stelle, welche wir passieren, heifst die „Böse Ecke“. Das Prädikat „böse“ ist freilich heute nicht mehr anwendbar, da durch Sprengungen

alles Bedenkliche beseitigt ist und eine eigentliche Gefahr nicht vorliegt. Früher mufste sie auf einem schuhbreiten Felsband kriechend umklettert werden.

Mit jedem Schritt, den wir tun, tönt das Rauschen der Rekafälle kräftiger an unser Ohr; es dringt aus dem „Rudolf-Dom"*), unserem nächsten Ziele, zu uns. Ein Wasserfall in der Unterwelt, der vielleicht einen Meter hoch ist, bringt unter Mitwirkung des Widerhalles ein Getöse hervor, wie drohen unter der Sonne ein mächtiger Katarakt. Ein jeder, der diese finsteren Verliese betritt, mufs deshalb zunächst eine gewisse Scheu überwinden, welche die aufsergewöhnlichen Verhältnisse einer unterirdischen Wanderung mit sich bringen.

Der Führer ist vorausgeeilt, er bereitet eine kleine Überraschung vor, indem er von hochgelegener Stelle aus ein Magnesiumband entzündet. Plötzlich wird der ganze Raum von einem magischen Schimmer erfüllt; staunend bemerken wir, dafs wir uns in einer gewaltigen Halle befinden. Es ist der Rudolf-Dom, in welchen die Reka von aufsen her, von der grofsen Dolina hereinströmt. Noch sendet der Tag seine Lichtfluten in die dämmerliche Höhle durch das niedrige Portal, das dem Flusse Eingang gewährt, aber im Hintergrunde da gähnt uns die schwarze Nacht entgegen, da hören wir unausgesetzt den Donner des Wassers, von welchem alle diese finsteren Hallen zu beben scheinen. Prachtvoll zeigen sich bei dem grellen Magnesiumlicht die drei Fälle des Rudolf-Domes, und wie eine phantastische Traumgestalt bewegt sich unser Führer auf schwindligen Pfaden an der überhangenden Felswand. Wie der Mann dorthin gelangt ist, bleibt uns ein Rätsel. Wir erfahren später von ihm, dafs derartige Pfade als Rettungswege dienen. Wenn die Reka nach heftigen Regengüssen plötzlich mit unheimlicher Schnelligkeit anschwillt und die Höhlenräume bis zu 30 m Höhe über den normalen Stand mit ihren entfesselten Wassermassen anfüllt, dann bleibt dem überraschten Grottenforscher kein anderer Ausweg, als die erwähnten Balkenstege hoch an den Gewänden zu erklimmen, um so dem sicheren Tode zu entrinnen. Wer tiefer in die Geheimnisse der Reka eindringen will, der mufs sich überhaupt mit solchen Rettungswegen vertraut machen, denn an den Ufern des Stromes führt dort kein Weg. Gleitet er aus, so wird seine Leiche fortgeschwemmt in Gegenden, wohin niemals eine Ahnung des Tages gedrungen ist.

*) Der Rudolf-Dom ist nach dem Bergingenieur Josef Rudolf, die Schmidlgrotte nach dem Reichs-Geologen Dr. Adolf Schmidl benannt worden. Beide Männer haben sich um die Erforschung der Karsthöhlen besonders verdient gemacht.

Weiter geht unsere Wanderung in das Reich des Orkus. Über das Belvedere und das Cilli-Kap schreitend, treten wir in eine zweite, riesige Halle ein, in welcher der Strom sich seeartig erweitert. Es ist der Svetinadom. Seinen Namen erhielt er von dem Triester Brunnenmeister Svetina, der im Jahre 1840 die erste unterirdische Bereisung der Canzianer Grottenwelt im Boote unternahm und nach seiner Beschreibung bis zum Cilli-Kap und in den sich anschliefsenden 80 m langen Kanal, der in den erwähnten Dom führt, gelangt sein will. Es ist dies freilich nur eine geringe Strecke in dasjenige Gebiet hinein, welches bereits die Nacht bedeckt.

Der Svetinadom ist noch imposanter als der Rudolfdom. Seine gewölbte Decke erhebt sich 70 m hoch, einem mit Wolken bedeckten Himmel gleichend. Spitzige glatte Felsen ziehen sich an den Ufern hin, so dafs man nur auf Brückensteigen vorwärts kommt; trümmerhafte Steinblöcke und Riffe bieten den heranrauschenden Fluten Widerstand, brausende Katarakte erfüllen den Raum mit nervenerschütterndem Getöse. Der mächtigste ist der sechste, welcher mit 7 m hohem Schwall am Ende des Svetinadomes hinabstürzt. In der Nähe dieses Domes, etwas abseits von der Reka und höher gelegen als diese, befindet sich eine Seitengrotte, die sogenannte Brunnengrotte (Fig. S. 65), welche eine geologische Merkwürdigkeit der Höhlenwelt birgt. An die Felswand angelehnt, bauen sich da staffelförmig eine Reihe prächtiger Kalksinterbecken auf, von denen einige über 1 m tief sind und über 1 m Durchmesser haben. Wer den Yellowstonepark Nordamerikas kennt, wer Abbildungen der jetzt zerstörten Tetarataquelle am Rotomahana auf Neuseeland gesehen hat, dem fällt sofort die Ähnlichkeit dieser Gebilde mit der Brunnenterrasse von St. Canzian auf, nur dafs jene viel mächtiger sind und durch Inkrustate in allen Farbentönen leuchten, während hier in der Unterwelt blofs der graue Kieselsinter zur Geltung kommt.

Mit dem Svetinadom und seinen Nebenhallen ist das Ende unserer finsteren Wanderung noch nicht erreicht. Noch liegt vor uns eine Reihe erschlossener, wunderbar erscheinender, unterirdischer Bilder. Zerrissen ist hier von schwacher, doch tatkräftiger Menschenhand der Vorhang, den Mutter Natur über ihre Werke gebreitet, und besiegt grollt in der Tiefe der einstige Wächter des nun folgenden Riesendomes. Pulver und Meifsel haben der stellenweise senkrechten Wand, an der ein Weitergehen unmöglich schien, einen Steig abgerungen.

Aber was ist dies für ein Steig! Kaum schuhbreit führt er über

glattes Gestein oder über schwankende Balken an der senkrechten



Brunnengrotte.
Aufgenommen von M. Schäber in Adelsberg.

Felswand entlang. Lotrecht unter uns, in Dunkel gehüllt, donnert

der Strom; eine an der Wand hinlaufende Eisenstange ist der einzige Führer, der uns leitet und stützt; jeder Schritt erheischt die gröfste Vorsicht und ungeteilte Aufmerksamkeit. Und so gute Dienste auch bisher die Kerze geleistet hat, hier wird sie hinderlich, denn sie blendet das Auge und erleuchtet nur einen kleinen Umkreis. Hier mufs die Fackel als Pfadfinder dienen. Ängstlichen und schwindligen Personen ist es nicht anzuraten, weiterzugehen; man mufs schon ein geübter Tourist sein und Selbstvertrauen in sich fühlen, um allen Zufälligkeiten stand zu halten. Die Nacht ist keines Menschen Freund, wie viel weniger aber hier an der Seite des brüllenden Stromes!

Ist der siebente Rekafall auf diesem halsbrecherischen Pfade passiert, dann erschliefst sich dem kühnen Eindringling plötzlich eine neue, gewaltige Halle — der Müllerdom. An Umfang und Höhe können weder Rudolf- noch Svetina-Dom mit ihm konkurrieren. Die Decke wölbt sich bei 80 m über den Flufs, dessen Spiegel anfangs einem seeartigen Becken zwischen riesigen Steintrümmern und glatten Wänden gleicht. Wo aber die Reka aus diesem Raume stürzt, da befindet sich wiederum ein Tummelplatz der entfesselten Wassergeister, deren Stimmen das Echo hundertfach verstärkt zurücksendet. Der Müllerdom ist zweifellos der Glanzpunkt der Canzianer Grottenwelt. Die Eindrücke, welche man dort sammelt, bleiben auf ewig in der Erinnerung, sie sind so aufsergewöhnlicher Art, dafs die Einbildungskraft nichts hinzuzufügen braucht, um sich das Totenreich der Alten auszumalen.

Wer jetzt noch weiter will, der mufs entweder ein Boot benutzen und mit ihm die Fahrt ins Ungewisse antreten — eine Fahrt auf Leben und Tod —, oder er mufs auf Eisenstiften und ausgemeifselten Tritten an den Felswänden weiterklimmen, wie es einst die wackeren Erforscher dieser Unterwelt taten. Nach dem zehnten Wasserfall, der die Grenze des Müllerdomes bildet, windet sich die Reka in zahlreichen Katarakten durch einen klammartigen Tunnel von nur 6 bis 8 m Breite hindurch. Es ist der Hankekanal, der beim sechzehnten Wasserfall wiederum in eine geräumige Halle, in den Hankedom leitet. Und abermals engt sich der Strom zusammen und erreicht zuletzt den gröfsten aller bisher erschlossenen Höhlenräume, den Alpenvereinsdom (siehe Titelblatt). Er wurde seinerzeit von den Entdeckern im Kahne bis zum achtzehnten Fall befahren. Weiter kam die nächtliche Argonautenfahrt nicht; was dahinter liegt, hat noch keines Menschen Auge geschaut. Einen Kilometer weit hat man den unterirdischen Lauf der Reka erkundet. Mögen starke und mutige

Arme sich heben, um den Schleier zu lüften, mit welchem die grofse Isis den Lauf dieses Stromes seit Anbeginn der Zeiten verhüllt hat!

Und wie freudig begrüfst man das helle Tageslicht, wenn man nach stundenlanger Wanderung all' die schaurige Schönheit dieser Unterwelt genossen hat und nun, durch das Portal der Schmidlgrotte schreitend, wieder den klaren, blauen Himmel über sich schaut. Das Grün der Bäume und Sträucher mutet doppelt freudig an; man findet hundert Schönheiten an Dingen, die man früher kaum beachtet hat. Der Mensch ist eben nicht für die Finsternis geboren, er ist ein Kind des Lichtes!

(Schlufs folgt.)





Moderne Naturphilosophie.

Von Dr. **Kleinpeter** in Gmunden.

I.

Die denkende Betrachtung der Natur war die erste Tätigkeitsäufserung des erwachenden menschlichen Intellektes; Naturphilosophen waren die ersten Weisen des Altertums. Sehr bescheiden waren freilich, an dem heutigen Mafsstab gemessen, ihre Leistungen — ein Zeichen eben, dafs wir es herrlich weit gebracht! Dafs es so gekommen, daran war wieder die Beschäftigung mit der Natur hauptsächlich schuld. An ihr fand der menschliche Geist den nötigen festen Rückhalt gegen die Schrankenlosigkeit seiner Phantasie, sie war es — nach einer Idee Volkmanns, eines der Vertreter der neueren Naturphilosophie —, die die Ausbildung fester logischer Denkformen bedingt hat.

Das Verhältnis des menschlichen Geistes zur Natur, seine Art, dieselbe aufzufassen, und die Wertschätzung derselben war freilich im Laufe der Jahrhunderte sehr grofsen Schwankungen unterworfen, und dementsprechend hat auch das Wort „Naturphilosophie“ sehr verschiedenen Sinn angenommen; haben sich doch Newton und Schelling desselben in gleicher Weise zur Bezeichnung ihrer so ungleichen Schöpfungen bedient.

Wenn wir von der weiteren Vergangenheit absehen, so hat doch auch im Laufe des 19. Jahrhunderts zweimal ein völliger Umschwung inbezug auf die Auffassung des Verhältnisses der Philosophie zur Naturwissenschaft Platz gegriffen. Das erste Drittel desselben zeigt die Naturwissenschaft — wenigstens auf deutschem Boden — in einer uns heute ganz unbegreiflichen Abhängigkeit von unsinniger „System“-spekulation, das zweite sieht sie von der Philosophie völlig getrennt und letztere selbst so gut wie vom Schauplatz verschwunden, im dritten endlich ersteht auf dem Boden der Naturwissenschaft eine neue Philosophie.

Diese dritte Phase der Entwickelung, in der wir noch heute stehen,

ist es nun, deren Art und Bedeutung zu schildern Aufgabe der nachfolgenden kleinen Skizze bildet.

Im Gegensatz zur ersten Periode, in der die Systemphilosophie nicht nur eine unbestrittene eigene feste Position inne hatte, sondern von derselben aus auch die Einzelwissenschaften beherrschte und regelte, hat in unseren Tagen die Naturwissenschaft nicht nur eine längst allgemein anerkannte Selbständigkeit errungen, sondern geht nun auch daran, ihrerseits auf die Gestaltung der Philosophie entscheidenden Einflufs zu üben. Zunächst hat es sich herausgestellt, dafs die Unabhängigkeit der Philosophie von der empirischen Wissenschaft in Wirklichkeit nicht so grofs ist, als es wohl den Anschein haben möchte; die grofsen naturwissenschaftlichen Entdeckungen des 19. Jahrhunderts haben auch auf die Gestaltung der modernen Philosophie einen sehr nachhaltigen Einflufs geübt. Zweitens hat sich auch auf dem Gebiete der exakten Wissenschaften, insbesondere dem der Mathematik und Physik, das Bedürfnis nach allgemeineren logischen oder, wenn man will, philosophischen Untersuchungen herausgestellt. Es war das eben die Folge der weit getriebenen Spezialforschung, die eine schärfere Begriffsbestimmung in vielen Fällen nötig machte, während sich in anderen die Unmöglichkeit der Erreichung dieses Zieles auf gewöhnlichem Wege herausstellte und dann erst recht die Notwendigkeit einer kritischen Untersuchung der allgemeinen Grundlagen und Methoden hervortrat. Da nun aber die vorhandene Philosophie diesen Ansprüchen zu genügen in keiner Weise in der Lage war, so mufste die Naturwissenschaft selbst an die Aufgabe gehen, sich eine Philosophie zu schaffen, und damit ist denn im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts das gerade entgegengesetzte Bild von der Situation im ersten Drittel entstanden: die Philosophie im Banne der exakten Forschung.

Damit ist denn eine Aufgabe, die sich bereits das 18. Jahrhundert gestellt hatte, wieder in den Vordergrund des Interesses gerückt: die der Schaffung einer wissenschaftlichen Philosophie. Kants Hoffnung auf dieselbe ist freilich in grotesker Weise durch die Systemmacherei seiner Nachfolger getäuscht worden; da aber Kant nur von der exakten Wissenschaft seiner Zeit ausgehen konnte, die in theoretischer Beziehung noch auf sehr tiefer Stufe stand — wirkliche wissenschaftliche Strenge wurde erst ein Bedürfnis des 19. Jahrhunderts — so war das Fiasko nicht weiter verwunderlich. Liefse sich aber Kants Methode nicht jetzt mit gegründeter Aussicht auf Erfolg unter Zugrundelegung der Errungenschaften der modernen

exakten Forschung wiederholen? Das ist eine Frage, die von vielen Seiten in bejahendem Sinne beantwortet wurde und zwar sowohl von philosophischer wie von naturwissenschaftlicher Seite. Die Wissenschaft mufs natürlich auf das wirklich Erfahrbare und Beweisbare beschränkt bleiben; soll die Philosophie Wissenschaft sein, mufs sie an diesem Kennzeichen derselben teilhaben; wie aber unterscheidet sie sich dann von den Einzelwissenschaften? Sie hat die Grundbegriffe derselben zu bearbeiten und miteinander in Einklang zu bringen, war die Antwort Herbarts, der geschichtlich der erste Philosoph ist, der in den Kreisen der exakten Forschung — man denke nur an Riemann — Beachtung gefunden hat; so ähnlich lautet auch die Antwort Wundts. Allein dieser Antwort fehlt es an wirklicher Befriedigung, sie erweist sich bald als unzureichend. Wer die Grundbegriffe einer Wissenschaft bearbeiten will, darf mit nichten Laie in diesem Spezialfach sein. Die Folgen der Verkennung dieser Sachlage sind selbst einem Gelehrten von so wahrhaft universalem Wissen wie Wundt nicht erspart geblieben; seine Logik der Mathematik und Physik sind aus diesem Grunde unzureichend, sie tragen in wichtigen Punkten das Gepräge des Laienhaften an sich. Verhältnismäfsig leicht fällt die Antwort auf obige Frage den Anhängern Kants — nicht nur den orthodoxen, sondern auch den Fortbildnern seiner Lehre, den Neukantianern Lange, Windelband, Cohen, Natorp, Liebmann, Riehl, Adickes u. a. — sie erklären als Aufgabe der wissenschaftlichen Philosophie die Feststellung der apriorischen Elemente, die sich ihnen aus dem Begriffe der Wissenschaft überhaupt ergeben — eine Erklärung, die für jene bedeutungslos wird, die an die Existenz solcher Elemente oder wenigstens die Möglichkeit ihrer Absonderung nicht glauben. Aber auch diese letzteren geben zu, dafs die Beschaffenheit unseres Wissens von der unserer Erkenntnisorgane abhängig sein müsse, und erblicken in der Erforschung desselben das Ziel der Philosophie. Je nach der Fassung dieser Aufgabe teilen sie sich allerdings in sehr verschiedene Gruppen; die einen erblicken in der Psychologie die Grundwissenschaft (Lipps, Brentano und seine Schule, die in Österreich zum Teil das Erbe Herbarts angetreten hat), andere betonen mehr die logische Seite (Schuppe und die Anhänger der immanenten Philosophie), wieder andere gehen mit Avenarius von der „reinen“ Erfahrung aus oder bewegen sich im engeren Anschluss an die positive Wissenschaft (Positivisten).

Es ist üblich geworden, die so aufgefafste Philosophie oder bez. diesen Teil derselben Erkenntnislehre zu nennen. Ein grofser Teil

der Denker der Gegenwart hält ihn für den einzig berechtigten; ihm ist Philosophie Erkenntnislehre und Erkenntnislehre Wissenschaft, „erste“ Wissenschaft im Sinne des Aristoteles. Sehr vielen Philosophen genügt dies aber nicht, sie erblicken vielmehr ihre eigentliche Aufgabe jenseits der Grenzen der Wissenschaft. Sie lehren: Philosophie ist nicht Wissenschaft, sondern Kunst; ihre Aufgabe die Schaffung einer alles umfassenden Lebens- und Weltanschauung, die, der Kontrolle durch die wissenschaftliche Forschung entrückt, ein von den Resultaten derselben unabhängiges Dasein zu führen sich erlauben darf.

Diese doppelte Auffassung vom Wesen der Philosophie tritt auch auf dem Gebiete der von den Vertretern der exakten Forschung geschaffenen Naturphilosophie zutage: wir haben Naturphilosophen im ersten und solche im zweiten Sinne des Wortes. Der Wert der beiden Gruppen ist ein recht verschiedener, denn nur die wissenschaftliche Philosophie vermag offenbar aus der Verbindung mit der Wissenschaft Nutzen zu ziehen; für die Dichtung umfassender metaphysischer Systeme erweist sich die Beschäftigung mit einer eng umgrenzten Spezialwissenschaft eher als ein Hindernis. Tatsächlich haben metaphysische Systeme von Naturforschern sehr dazu beigetragen, die auf dem Boden der exakten Wissenschaft erwachsene Philosophie zu diskreditieren. Diese letztere wird es nun sein, von der im folgenden näher gesprochen werden soll.

Ihren Ursprung nahm sie bei sehr verschiedenen Forschern, die ihre Gedanken unabhängig voneinander oft ziemlich weit entwickelt haben, ohne von ihren gleichartigen Bestrebungen Kenntnis zu nehmen. Das hatte natürlich eine sehr verschiedene Ausbildung der Form nach zur Folge und erschwert die Übersicht und die Vergleichbarkeit ihrer Leistungen. Man kann dieselben chronologisch deshalb nicht gut gliedern; besser empfiehlt sich die Einteilung nach dem Grade des Eingehens auf Fragen allgemeiner Natur in solche, die nur gelegentlich der Beschäftigung mit speziellen Fragen ihrer Wissenschaft erkenntnistheoretische Gesichtspunkte entwickelt haben und dabei Beweise ihrer Einsicht in die allgemeinen Fragen der Wissenschaftslehre geliefert haben, und in solche, die die Aufstellung eigener philosophischer Anschauungen als Selbstzweck betrieben haben.

In die erste Kategorie gehören in gewissem Sinne alle grofsen bahnbrechenden Geister; im engeren Sinne wären etwa Faraday, Maxwell, Lord Kelvin (Sir William Thomson), Julius Robert Maier, Helmholtz, Kirchhoff, Heinrich Hertz, Ostwald und Volkmann, von Mathematikern Gauss, Grassmann, Riemann,

Felix Klein, Hilbert, Poincaré zu nennen. Die Liste kann natürlich auf Vollständigkeit keinen Anspruch erheben und ist notwendigerweise willkürlich abgegrenzt. Besonders hervorzuheben wäre Maxwell, auf dessen bahnbrechende elektrische Arbeiten erkenntnistheoretische Gesichtspunkte mafsgebend waren und der bereits einige Hauptsätze der modernen Erkenntnistheorie ausgesprochen hat, ohne indes zu völliger Klarheit durchzudringen; Kirchhoff, dessen Ausspruch von der Beschreibung als Aufgabe der Mechanik seinerzeit so grofses Staunen hervorgerufen und der vielleicht als erster die Darstellung der mathematischen Physik mit einiger Konsequenz nach diesem Prinzip behandelt hat; Heinrich Hertz, der nicht nur in elektrischer, sondern auch in erkenntnistheoretischer Beziehung in die Fufstapfen Maxwells getreten ist und nach beiden Richtungen hin die Leistungen seines Vorbildes wesentlich ergänzt hat.

Zur zweiten Gruppe gehören Mach, Stallo, Clifford und Pearson. Ihre Ansichten decken sich zwar nicht vollkommen, doch stimmen sie in den wesentlichen Punkten genügend überein, nur dafs der eine die eine Seite, der andere eine andere mehr hervorhebt, so dafs wenigstens bis zu einem gewissen Grade eine gegenseitige Ergänzung stattfindet. Dieser Komplex bildet ein wohlabgerundetes, geschlossenes Ganzes, ein wirkliches philosophisches System, das aus dem Boden der exakten Wissenschaft hervorgewachsen ist und wohl allen Anspruch darauf erheben kann, fortan nicht nur den Grundstock einer jeden philosophischen Anschauung zu bilden, sondern auch als Kanon der Erkenntnislehre einen heilsamen kritischen Einflufs auf die formelle Gestaltung der exakten Wissenschaft auszuüben.

Dasjenige Ziel also, das sich zuerst Kant gesetzt hat, eine wissenschaftliche Philosophie zu schaffen, die einerseits als Vorbedingung zu einer jeden künftigen Metaphysik zu gelten, andererseits zur exakten Wissenschaft die Prinzipien zu geben hätte, hat meines Erachtens Mach — der Hauptschöpfer dieser modernen naturwissenschaftlichen Erkenntniskritik —, wenn auch nicht nach den Erwartungen Kants, wirklich erreicht.

Was Kant gehofft und nicht vermocht hatte, die Schaffung einer wissenschaftlichen, erkenntniskritischen Philosophie hat Mach in einer Weise erreicht, die der Nachwelt nicht viel Spielraum für ihre ergänzende Tätigkeit läfst. Jahrtausendalte Irrtümer sind beseitigt und auf überraschend einfache Weise ist ein Verständnis für das Wesen der Wissenschaft gewonnen worden.

Das Prinzip, von dem Mach ausgegangen war, ist das der

exakten Wissenschaften, das Prinzip absoluter Voraussetzungslosigkeit. Zwar hatte Descartes dasselbe bereits in die Philosophie eingeführt und dadurch den Anspruch auf den Namen des Vaters der modernen Philosophie sich errungen, aber welcher Unterschied besteht in der Konsequenz der Durchführung desselben bei Descartes und Mach! Bei jenem bleibt es eine vorübergehende Episode, ein Durchgangspunkt, der allzu schnell wieder verlassen wird; bei Mach wurden seine Konsequenzen, was eben das Charakteristische ist, nach beiden entgegengesetzten Hauptrichtungen, der idealistischen und realistischen zugleich gezogen.

In ersterer Beziehung bildet es ein Hauptverdienst Machs, gegen den Wahn eines apriorischen Wissens auf dem Gebiete der Naturwissenschaft beharrlich angekämpft zu haben. Durch historisch-kritische Untersuchung des Wachstums der Wissenschaft hat Mach den unwiderleglichen Beweis erbracht, dafs auch die allgemeinsten Sätze der Physik keinen höheren Grad von Gewifsheit besitzen als die allgemein als empirisch anerkannten. Die Scheidewand, die Kant zwischen reiner und empirischer Naturwissenschaft aufrichten zu müssen geglaubt hat, verlor damit ihren Halt.

Anderseits wurde aber Mach einer anderen Forderung des Idealismus gerecht, der nach der „Idealität“, wenn man so sagen darf, aller unserer Erfahrungselemente. Der Inhalt aller unserer Wahrnehmungen ist zunächst subjektiver Natur. Wir haben kein Recht zu sagen, wir sähen einen Körper; das, was uns wirklich vorliegt, ist ein Komplex von Gesichtsempfindungen, die also subjektiver Natur sind. Den „Körper“ denken wir hinzu, er ist eine Zutat, eine Dichtung unseres Geistes, aber nicht etwas tatsächlich Gegebenes. Ebenso subjektiver Natur sind natürlich unsere Begriffe. Atome, Massen, Kräfte, Energien sind alles von unserem Geiste geschaffene Hilfsmittel der Wissenschaft, die dazu zu dienen bestimmt sind, Erfahrungen wiederzugeben. Die Erkenntnis dieses Sachverhaltes verdanken wir ebenfalls Mach, sie ist eine, die selbst von seinen Gegnern anerkannt zu werden beginnt, wie z. B. von Boltzmann.

Vielen wird diese Anschauung wunderlich, ja träumerisch vorkommen. Auf den ersten Blick erscheint es allerdings, als ob danach unser Leben ein blofser Traum wäre. Aber dem ist nicht so. Aus dem Umstande nämlich, dafs alle unsere Wahrnehmungen, also der ganze Inhalt unserer Erfahrungen, unserer Erlebnisse subjektiver Natur ist, folgt nämlich gar nicht, dafs das Erleben dieses Inhaltes eine Sache unseres Beliebens ist. Unwillkürlich denkt aber jeder bei

etwas Subjektivem an eine rein willkürliche Sache, die in das Belieben eines jeden einzelnen gestellt ist. Das ist eine Täuschung. Unsere Vorstellungen oder, sagen wir lieber, unsere Erlebnisse verfallen von selbst in zwei deutlich geschiedene Klassen: in eine Gruppe, deren Eintreten oder Nichteintreten vom Belieben unseres Willens abhängt, und dahin gehören die meisten Vorstellungen im engeren Sinne des Wortes, nämlich das, „was man sich blofs denkt", und in andere, die uns aufgezwungen, aufgenötigt werden; das sind die sogenannten objektiven Erlebnisse, die der Realist durch die Existenz fremder Körper erklärt, die Kant durch das Ding an sich, Berkeley durch den Willen Gottes bewirkt werden liefs. Das ist nun eine Zutat unserer selbst, eine metaphysische Hypothese, aber keine gegebene Tatsache, und diese Feststellung ist für manche Zwecke nicht ohne Belang.

Der von Kant angestrebte Ausgleich zwischen Idealismus und Realismus ist somit von Mach in wesentlich anderer Form durchgeführt worden; subjektiver Natur sind nicht nur die Raum- und Zeitformen, sondern alle unsere Empfindungen in ihrer Gesamtheit, d. h. sowohl der Materie als der Form nach. Das schliefst indes ihre objektive Bedeutung nicht aus; dieselbe liegt in allen jenen unserer Erlebnisse, die sich uns als gegebene Tatsachen ohne, ja gegen unsern Willen aufdrängen. Eben deshalb ist aber eine apodiktische Gewissheit auf dem Gebiete der Tatsachenwelt durchaus ausgeschlossen; es ist unstatthaft, mit Kant zugunsten der allgemeinsten Sätze der Physik eine Ausnahme zuzulassen. Die Mathematik kann auf physikalischem Gebiete nichts beweisen; der bekannte Ausspruch Kants, dafs jede Disziplin nur insoweit Wissenschaft sei, als in ihr Mathematik enthalten ist, entbehrt somit einer rechtlichen Begründung.

Indessen darf daraus wieder nicht gefolgert werden, dass damit dem Empirismus im Sinne von etwa John Stuart Mill das Wort geredet sei, dessen Logik, wie sich Mach gelegentlich persönlich ausgedrückt hat, mit Unrecht so grosse Verbreitung in den Kreisen deutscher Naturforschung gefunden habe. Das liegt darin begründet, dafs alle unsere Begriffe, unsere Denkmittel subjektiver Natur, Konstruktionen unseres Geistes sind. Sie befolgen somit die Gesetze, die wir ihnen auferlegen, und wir sind innerhalb gewisser Grenzen imstande, verschiedene Begriffskonstruktionen auszuführen. Von einem und demselben Tatsachengebiet sind oft mehrere Theorien möglich, von denen keine falsch zu sein braucht, wenn auch der Grad ihrer Zweckmässigkeit ein verschiedener sein kann.

Daraus entsteht dann die Aufgabe, von mehreren richtigen

Theorien die zweckentsprechendste auszuwählen. **Mach** begreift sie unter dem Namen der Gedankenanpassung an die Tatsachen. Aber noch einer zweiten Forderung subjektiver Natur mufs die Wissenschaft Genüge leisten: ihr Zweck ist ja, durch Beschreibung der Erfahrungen anderer uns eigene Erfahrungen zu ersparen, also ein ökonomischer. Es folgt daraus, dafs die Wissenschaft desto besser ihre Bestimmung erfüllt, je leichter sie es uns macht, uns ihren Inhalt anzueignen. Schon um Erfahrung überhaupt mitteilen zu können, ist eine Vereinfachung derselben notwendig. Durch Fortsetzung dieses Prozesses der Vereinfachung enstehen die allgemeinen einfachsten Grundsätze der Naturwissenschaft.

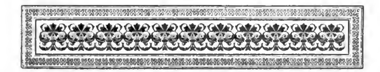
Die Wissenschaft hat also, so wie etwa die Technik, die Aufgabe, Zwecke zu erfüllen, sie ist insofern immer eine normative, und muss vor allem den Gesetzen der Logik Genüge leisten; nur darf daraus noch gar nicht auf ihre Richtigkeit geschlossen werden; eine Theorie kann sehr wohl logisch zuläsig, physikalisch aber unrichtig sein. Die Anforderungen der Logik bilden zwar notwendige, aber nicht hinreichende Bedingungen für die Giltigkeit einer physikalischen Theorie.

Es ist natürlich unmöglich, **Machs** so vielseitiger Tätigkeit auf dem Gebiete der Wissenschaftslehre innerhalb des engen Rahmens dieser Skizze gerecht zu werden; nur die allgemeinen Grundsätze seiner Theorie der Erkenntnis konnten hier angeführt werden. Diese stellen aber schon gegenüber den landläufigen Ansichten in Philosophie und Naturwissenschaft eine so gewaltige Revolution der Denkart vor, dafs es freilich nicht allzu verwunderlich sein kann, wenn seine Prinzipien von fachmännischer, insbesondere von philosophischer Seite noch immer Mifsdeutungen, selbst gröbster Art, ausgesetzt sind. Es wird hierin oft das unglaublichste geleistet. So findet ein Professor der Philosophie an einer süddeutschen Universität es für unmöglich, das Brechungsgesetz in der Optik auf Empfindungen zurückzuführen, und meint, **Mach** hätte die phänomenologischen Gesetze, in die sich einmal die ganze Physik werde auflösen lassen, nicht gefunden, und es sei bei der ganzen Sachlage nicht zu erwarten, dafs er sie jemals finden werde. Nun ist allerdings keine dieser Eventualitäten notwendig; die phänomenologischen Gesetze der Physik sind nämlich bereits da, es sind das alles jene, wo nicht von der Bewegung fiktiver Massen, wie etwa in der kinetischen Gastheorie, oder überhaupt von verborgenen Mechanismen die Rede ist, also sozusagen alle wirklichen Gesetze der Physik. **Newtons** Gravitationsgesetz ist ein klassisches Beispiel einer rein phänomenologischen Beschreibung.

Derselbe Kritiker findet es mit der Menschenwürde nicht vereinbar, dafs wir uns mit jener Gewifsheit (des unmittelbaren Erlebens) sollten zufriedengeben müssen, die auch der mühselig über den Boden kriechenden Schnecke zukommt. Nun es wäre ja ganz schön, wenn wir ein besonderes Weisheitsorakel in uns hätten, aber „bis jetzt hat niemand es gefunden, noch ist bei der ganzen Sachlage zu erwarten, dafs es jemals werde gefunden werden". Die wirkliche Gewifsheit, die uns zu Gebote steht, ist allerdings nur eine individuelle und momentane; und diese scharfe Schneide ist zwar allerdings aufserstande, stolze metaphysische Luftschlösser zu tragen; sie zu zertrümmern, hat sie sich aber bis jetzt immer noch stark genug erwiesen. Die Bestätigung durch diese unmittelbare Erfahrung ist nie imstande, die Richtigkeit einer physikalischen Hypothese zu erweisen; wohl aber vermag die Nichtbestätigung ihre Unrichtigkeit mit aller Schärfe darzutun. Mit diesem negativen Kriterium müssen wir uns zufrieden geben, mag es uns nun recht sein oder nicht.

Lange Zeit stand Mach mit seinen Gedanken einsam und unverstanden da. Sie datieren nämlich aus dem Anfang der sechziger Jahre, aber erst nach dem Erscheinen der „Mechanik in ihrer Entwickelung, historisch kritisch dargestellt" (1883, begannen sie in weitere Kreise zu dringen). Durch das Eintreten von Kirchhoff und Hertz wurde die naturwissenschaftliche Welt veranlafst, nicht nur von ihnen Notiz zu nehmen, sondern auch deren Berechtigung in wichtigen Punkten anzuerkennen, und mit Befriedigung konnte Mach konstatieren, dafs einzelne seiner Aufstellungen bereits den Charakter von Schlagworten angenommen haben. Sehr gering ist hingegen das Verständnis, das Mach bisher in philosophischen Kreisen gefunden. Der Gedankenkreis von Avenarius, die immanente Philosophie, und vor allem H. Cornelius in München sind fast die einzigen ihm näherstehenden, doch hat nur letzterer ausdrücklich auf ihn Bezug genommen, wie er denn auch vielleicht der einzige ist, der Machsche Gedanken weiter gebildet hat. Die eigentlichen, tonangebenden Philosophen verschiedenster Richtung haben es aber bisher noch nicht einmal zu einem Verständnis des Sinnes der Machschen Ausführungen gebracht.

Unter diesen Umständen mufste es Mach zu besonderer Befriedigung gereichen, geistesverwandte Denker, die gleich ihm zugleich auf dem Boden der exakten Wissenschaft und der Philosophie stehen, aufzufinden. Es sind das die bereits genannten Stallo, Clifford und Pearson. (Schlufs folgt.)



Von der Deutschen Städte-Ausstellung in Dresden.

Von Dr. **Gustav Rauter** in Charlottenburg.

Von den zahlreichen Gebieten, die auf der Dresdener Städte-Ausstellung dieses Jahres in so anschaulicher Weise vertreten waren, dürfte vielleicht das der Beseitigung der städtischen Abfälle für die Leser dieser Zeitschrift von dem gröfsten Interesse sein. Die städtischen Abfälle sind wesentlich zweierlei Art, nämlich einmal die flüssigen und sodann die festen. Erstere, die vom reinen Regenwasser bis zu den Abgängen der Abortanlagen alle Arten von nicht oder mehr oder weniger verunreinigten sowie von ganz flüssigen oder breiförmigen Stoffen in sich fassen, werden der Regel nach mittelst Kanalisation beseitigt, während die festen Abfälle, die nicht nur alles das in sich begreifen, was unter dem Namen Müll bekannt ist, sondern wozu auch die Abgänge der Schlachthäuser und Abdeckereien gehören, in verschiedener Weise abgefahren und wohl am zweckmäfsigsten durch Hitze unschädlich gemacht werden.

Was zunächst die Beseitigung der Abwässer anbetrifft, so ist es nicht zu empfehlen, Regenwasser und Schmutzwasser unterschiedslos miteinander zu vermengen, da einmal dadurch bei einer vorzunehmenden Reinigung der Abwässer viel zu grofse Flüssigkeitsmengen behandelt werden müssen, nnd da andererseits in dem Falle, wo die vorhandenen Reinigungsanlagen versagen, und wo man etwa nach grofsen Regengüssen einen Teil der Abwässer ungereinigt in die Wasserläufe einlassen mufs, das in dem Gemisch enthaltene Schmutzwasser auf diese letzteren, insbesondere auf die darin lebenden Fische, sehr unheilvoll einwirkt.

Unter diesen Umständen findet denn auch das System der sogenannten Trennkanalisation vielfachen Eingang. Gewöhnlich legt man hierbei gesonderte Kanalleitungen für Schmutzwässer und für Regenwässer an, wobei erstere unmittelbar vor den Häusern zu beiden Seiten zu verlaufen, letztere sich dagegen in der Mitte des Fahrdammes zu befinden pflegen.

Ein System, das von der Firma Windschild & Langelott in Cossebaude bei Dresden ausgestellt war, vermeidet hierbei die Notwendigkeit doppelter Kanalanlagen, indem innerhalb eines einzigen Kanalrohres durch eine Trennungswand zwei übereinanderliegende und vollständig voneinander geschiedene Abteilungen sich befinden, wovon die untere, kleinere für Schmutzwasser, die obere, gröfsere für Regenwasser dient. Geeignete Spülanlagen sind vorgesehen, wobei sich mit dem Schmutzkanal in Verbindung stehende Behälter durch langsamen Wasserzulauf allmählich füllen und dann plötzlich das in ihnen enthaltene Wasser in den Kanal ergiefsen. Hierdurch werden dann die in ihm abgelagerten Sinkstoffe fortgespült. Da, wo Zuleitungen von Strafsenwasser in den Kanal einmünden, die geeignet sind, Schlamm und Sand in ihn hineinzubringen, ist eine aus einem in einer Versenkung liegenden Eimer bestehende Fangvorrichtung angebracht, die diese Stoffe aufnimmt und von Zeit zu Zeit entleert werden kann.

Ein anderes System der Trennkanalisation führen Gebr. Körting in Hannover vor, wobei die Abortanlagen mit einem sogenannten Fallrohrkasten versehen sind, der mit einer luftleer gemachten Leitung in Verbindung steht. Der Fallrohrkasten ist so eingerichtet, dafs die Abfälle zwar in diese Leitung hineingesaugt werden, dafs aber Luft nicht in diese gelangen kann, und somit ein Stauen ihres Inhaltes durch Luftblasenbildung unmöglich wird. Die Rohre führen dann in schmiedeeiserne Behälter, von wo aus die Stoffe beliebig abgeführt werden können. Dies System eignet sich besonders für die Verwendung in Fabriken, Krankenhäusern und ähnlichen geschlossenen von zahlreichen Menschen besetzten Anlagen.

Auch die Stadt Kiel hat die Abfuhr der Fäkalien von derjenigen des übrigen Abwassers vollständig getrennt, indem sie sich zur Anlage einer Poudrettefabrik entschlossen hat. Hierbei befinden sich in den einzelnen Haushaltungen Eimer aus verzinktem Eisenblech, die am Boden zunächst mit einer Lage Torfmull versehen sind. Die Eimer werden zweimal wöchentlich abgeholt, und ihr Inhalt wird nach dem Ansäuren mittelst Schwefelsäure zu Poudrette eingedampft, die nach den Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Kiel durchschnittlich etwa 11 % Wasser, $6^1/_2$ % Stickstoff, 3 % Phosphorsäure und 3 % Kali enthält. Die Abfälle ergeben somit einen recht brauchbaren Dünger und werden als solcher an die Landwirtschaft verkauft. Das Unternehmen arbeitet nicht nur in gesundheitlicher sondern auch in finanzieller Hinsicht recht zufriedenstellend.

Die Stadt Halle a. S. bedient sich zur Reinigung ihrer Abwässer in einem ihrer sechs Kanalisationssysteme, wobei diese schliefslich in die Saale abgelassen werden müssen, einer Anlage nach Müller & Nahnsen. Hierbei gelangen die Abwässer zunächst in einen sogenannten Vorbrunnen, worin sich die spezifisch schweren Teile, wie Sand u. s. w., absetzen, und von da aus in mühlradartig konstruierte und sich durch die Strömung der Abwässer bewegende Behälter, die die Menge des Wassers zu messen und danach den Zusatz an Chemikalien einzurichten gestatten. Die Gase, die sich bei dem Einrühren der Chemikalien entwickeln, werden in einem besonderen Ofen verbrannt. Als Fällungsmittel dienen schwefelsaure Tonerde, Kieselsäurehydrat und Kalkmilch. Alsdann durchfliefsen die Abwässer noch mehrere Siebe, wodurch Holz, Kork und andere Schwimmstoffe zurückgehalten werden, und kommen schliefslich in den eigentlichen Klärraum, der nach unten trichterartig zuläuft und zum Absetzenlassen der Niederschläge dient. Ein zweiter Klärbrunnen vollendet den Vorgang. Der Schlamm wird abgeprefst und der Landwirtschaft unentgeltlich übergeben.

Das Verfahren von Rothe & Degener arbeitet in der Weise, dafs es die in den Abwässern enthaltenen organischen Stoffe durch das Aufnahmevermögen einer künstlichen Humusschicht unschädlich zu machen sucht. Zu diesem Zwecke wird den Abwässern ein dünner Brei von mit Wasser angemachter, gemahlener Braunkohle zugesetzt. Nachdem deren Einwirkung eine kurze Zeitlang stattgefunden hat, wird eine zur raschen Fällung der noch in der Schwebe befindlichen Humusstoffe genügende Menge von gelösten Eisenaluminium- und Magnesiumsalzen zugeführt. Dieses Verfahren ist insbesondere von einer Kommission der Stadt Köpenick empfohlen worden. Eine interessante Weiterbildung davon hat die Gasmotorenfabrik Deutz auf der Ausstellung vorgeführt, indem sie den so ausgefällten Niederschlag nach dem Abpressen und Trocknen in Generatoren vergast und das gewonnene Gas in einer eigens konstruierten, bei dem nur geringen Brennwert des Gases besonders stark gehaltenen Maschine in Kraft umsetzt. Auf diese Weise sollen sich die städtischen Abfälle mit Vorteil zur Erzeugung von Kraft, insbesondere zum Betriebe einer elektrischen Zentrale nutzbar machen lassen.

Die von Hermann Leisbold in Dresden-A. ausgestellte Fäkalienkläranlage beruht auf ganz anderen Grundsätzen, nämlich auf der sogenannten Selbstreinigung der Abwässer. Hierbei werden für eine Kläranlage zwei oder mehrere Kessel verwendet. Der erste, kleinere

stellt den sogenannten Vorklärer dar, während der zweite oder dritte seiner Tätigkeit entsprechend, Hauptklärer genannt wird. Die Klärung geht folgendermafsen vor sich: Das von den Klosetts kommende Rohr taucht in den Vorklärer bis kurz über den Boden ein, durch welche Anordnung die spezifisch schwersten Stoffe am Boden liegen bleiben. Im übrigen Vorklärerinhalt vollzieht sich ständig eine Scheidung der Sink- und Schwebestoffe; erstere sinken zu Boden und letztere bilden an der Oberfläche des Kessels eine weiche Masse. Gleichzeitig mit dieser mechanischen Sedimentation beginnt die Tätigkeit ärober und anärober Kleinlebewesen. Diese spalten die in den Abgängen enthaltenen, zusammengesetzteren organischen Verbindungen, bis ihnen der Stickstoff vollständig entzogen ist. Hierdurch hört aber auch die Lebensfähigkeit der äroben Mikroorganismen auf, während die anäroben Mikroorganismen ohne ihn bestehen können. Zwischen den obersten und untersten Schichten des Klärinhaltes wird sich dann eine schwach trübe Flüssigkeit bilden, die mehr oder weniger noch von kleinen organischen Teilen durchsetzt ist. Durch ein hebelartiges Rohr, das bis ungefähr in die Mitte des Vorklärers eintaucht, wird diese Flüssigkeit in den Hauptklärer übergeführt, und zwar wieder so, dafs das Eintauchrohr kurz über dem Boden mündet, während das Ausgangsrohr bis zur Mitte des Klärinhaltes reicht. Im Hauptklärer vollzieht sich derselbe Prozefs wie im Vorklärer; Sink- und Schwebestoffe werden geschieden, und die äroben Mikroorganismen sorgen für den weiteren Zerfall. Im allgemeinen Leben nennt man letzteren Vorgang faulige oder Sumpfgasgärung. Durch die Spaltung der Fäces werden Gase frei, die die Klärer nicht absorbieren. Über dem Klärinhalt befindet sich ein leerer Raum, in dem sich die Gase, Schwefelwasserstoff und Ammoniak, sammeln können, und von wo sie mittelst eines sogenannten Vergasers abgeführt werden. Letzterer ist ein kleiner, gufseiserner Kessel, der zu zwei Dritteln seines Inhaltes mit Glyzerin gefüllt ist. Das Gasrohr von den beiden Klärkesseln taucht ein Stück in das Glyzerin ein, und die Gase treten durch diese Füllung in den oberen Raum des Kessels und können von hier aus in ein übergehendes Rohr oder ins Freie geführt werden. Explosionen und Vergiftungen durch diese Gase sind daher vollständig ausgeschlossen. Die Gasentwickelung beträgt im Monat höchstens 20 Liter. Die Kontrolle der Kessel zur Entfernung der angesetzten Masse erfolgt durchschnittlich alle zwei bis drei Jahre.

Vorliegende Zeugnisse, insbesondere solche von den Behörden der Stadt Zürich, sprechen sich sehr günstig über die Reinigung der

Fäkalien nach diesem System aus, und auch ein Gutachten des Hygienischen Instituts der Universität München lautet dahin, dafs so gereinigte Abwässer unbedenklich in Seen, Flüsse usw. eingeleitet werden können, und dafs man von Abwässern einen höheren Grad von Reinheit nicht erlangen könne, als er mit dem besprochenen System erzielt werde. Auch zeigten die untersuchten Abwässer eine solche Beschaffenheit, dafs sie dem weiteren Prozefs der oxydierenden Selbstreinigung keine Schwierigkeiten entgegensetzten und daher unbedenklich auch auf Rieselfelder geleitet werden könnten.

Auch die Firma Schweder & Cie. in Grofs-Lichterfelde führt Abwässerreinigungsanlagen nach dem sogenannten biologischen Faulkammerverfahren aus, und zwar nicht im unmittelbaren Anschlufs an Abortanlagen, sondern in gröfserem Mafsstabe für die Reinigung städtischer Spüljauchen und für ähnliche Abwässer.

Ebenso führt die Allgemeine Städtereinigungs-Gesellschaft in Wiesbaden Anlagen nach ähnlichem System aus, wobei die Wässer zunächst in einen sogenannten Faulraum gelangen, in dem eine weitgehende mechanische Reinigung und geeignete Vorbehandlung für die weitere Reinigung durch das Oxydationsfilter erfolgt. Vom Faulraum gelangt das vorgereinigte Abwasser in den Ausgleichs- und Vorratsbehälter, aus dem das Wasser nach den Oxydationsfiltern abgelassen wird. Dieses Ablassen geschieht je nach Lage des Falls sowohl selbsttätig, als nach einer bestimmten vorgeschriebenen Betriebsordnung durch einen Wärter im Nebendienst. In den Oxydationsfiltern verbleibt das Wasser 2 bis $2^1/_2$ Stunden und wird alsdann auf das Nachfilter abgelassen, aus dem es klar, farb- und geruchlos sowie haltbar, ohne weiter in Fäulnis überzugehen, heraustritt. Auch ist eine besondere Desinfektionsabteilung vorgesehen, in der dem Wasser im Fall von Epidemien noch besonders Desinfektionsmittel zugesetzt werden können.

Was die Beseitigung der festen Abfälle anbetrifft, so ist es allseitig wohl als unrationell anerkannt, das Müll einfach ins Freie zu führen und dort aufzuhäufen oder ihn znm Bestreuen von Feldern zu benutzen. Hierbei wird zwar ein Teil der darin enthaltenen Stoffe als Dünger verwertet, aber alle diejenigen Bestandteile des Mülls, die zu diesem Zwecke nicht geeignet sind, insbesondere Glas-, Porzellan- und Metallteile, bilden eine recht unangenehme Belastung der Felder. Auch wird bei diesem Verfahren keinerlei Anstalt getroffen, die gesundheitsschädlichen Teile des Mülls zu vernichten. Wenn auch bereits zahlreiche Systeme bestehen und auch in verschiedenen Bei-

spielen in Dresden vorgeführt werden, die eine staubfreie Müllabfuhr gestatten, so ist doch eine Durchwühlung des Mülls da, wo es abgeladen wird, nicht ausgeschlossen, die bekanntlich durch gewerbsmäfsige Lumpensammler ganz regelmäfsig erfolgt, und zwar manches noch Brauchbare zutage fördert, aber auch die darin enthaltenen gesundheitsschädlichen Keime überallhin verschleppt. Allen diesen Übelständen kann nur vorgebeugt werden, wenn das Müll sofort an eine Stelle gefahren wird, wo er gänzlich unschädlich gemacht wird. Dies ist nur dann der Fall, wenn die Mülleimer unmittelbar in eine Verbrennungsanstalt entleert werden. Inwiefern eine derartige Anlage Kosten erfordert, ist je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden, da in manchen Gegenden sehr viel brennbare Stoffe auf das Müll gelangen, und demnach die Zugabe von Brennmaterial fast oder ganz unnötig wird, während unter anderen Verhältnissen eine mehr oder weniger grofse Menge an Brennstoff verbraucht wird. Conrad Bauer in Nieder-Schönhausen bei Berlin gibt auf der Ausstellung Einzelheiten über sein System zur Beseitigung des Mülls und zur Herstellung von Steinen aus den bei der Müllverbrennung erhaltenen Schlacken.

H. Kori in Berlin W. stellt gleichfalls Verbrennungsöfen für Abfälle aller Art aus, die zwar nicht in erster Linie für die Müllverbrennung ganzer Städte, sondern für die Beseitigung von Abfällen in Krankenhäusern, Schlachthöfen und dergleichen berechnet sind. Die Öfen sind je nach der Menge zu bewältigender Abfälle verschieden konstruiert. Die gröfsten Öfen, bei denen insbesondere auch die Beseitigung von Kehricht in Betracht kommt, sind so eingerichtet, dafs dessen Verbrennungswärme möglichst ausgenutzt ist, und enthalten aufserdem noch eine besondere Feuerung zur vollständigen Beseitigung der etwa noch in dem entweichenden Rauch enthaltenen unverbrannten Gase und Rufsteile.

Richard Schneider in Dresden stellte in der Sonderausstellung des Feuerbestattungsvereins einen Ofen zur Verbrennung von Leichen aus, ein Gebiet, das ja mit dem hier zu besprechenden in engster Verbindung steht. Die Leichenverbrennungsfrage ist im übrigen ein Gegenstand, über den man sehr verschiedener Ansicht sein kann, und die man jedenfalls nur vom Standpunkte der Zweckmäfsigkeit aus beurteilen sollte, während sie leider vielfach zum Gegenstand des Parteistreites geworden ist und mit Gründen erörtert wird, die eigentlich mit der Sache selber gar nichts zu tun haben.

Gehen wir nun auf ein anderes Gebiet der Beseitigung fester

Abfälle über, so wäre noch die Industrie der Abdeckerei zu erwähnen, die sich allmählich zu einem wesentlichen Nebenbetrieb der städtischen Schlachthofanlagen entwickelt hat. So führt z. B. die Stadt Dresden ein Modell des Maschinenraumes ihrer Abdeckerei vor, in dem sich die zur Zersetzung der Tierkörper dienenden Podewilsschen Trommeln befinden, auch Proben der in der Anstalt erzeugten Stoffe und eine Tabelle über den wechselnden Gehalt des zu Futterzwecken dienenden Tierkörpermehls sind vorhanden. Man macht sich von der Wichtigkeit dieser Anlage einen Begriff, wenn man hört, dafs sie im Jahre 1898 mit einem Kostenaufwand von 150000 Mark errichtet worden ist. Die darin befindlichen Apparate nach Podewils besitzen jeder einen Fassungsraum von 1250 kg. Es sind grofse, schmiedeeiserne, mit Dampfmantel versehene Zylinder, in denen die Kadaver, Tierteile und dergleichen durch eingeleitete, gespannte Wasserdämpfe bis zum Zerfall aller Teile gedämpft und nach Abscheidung des Fettes unter Rotation der Trommel, deren Mantel durch Dampf erhitzt wird, zu einem hochwertigen Futtermehl — Tierkörpermehl — verarbeitet werden. Die ganze Verarbeitung erfolgt ohne nennenswerte Geruchsbelästigung in dem dampfdicht abgeschlossenen Apparatensystem. Die beim Dämpfen und Trocknen des Rohmaterials entstehenden Gase werden durch eine Luftpumpe abgesaugt, in einem Einspritzkondensator niedergeschlagen und, soweit hier nicht kondensiert, der Dampfkesselfeuerung zugeführt. Das Dämpfen dauert etwa 4 Stunden, das Trocknen 6 bis 12 Stunden. Die fertigen Produkte, Fett und Tierkörpermehl, belästigen nicht durch ihren Geruch und finden leicht Absatz. Bei Beseitigung des im Jahre 1902 der Abdeckerei übergebenen Rohmaterials im Gewichte von etwa 300000 kg wurden etwa 30000 kg Fett und 75000 kg Tierkörpermehl gewonnen. Es ist ein sehr wertvolles Futtermittel und hat durchschnittlich folgende Zusammensetzung:

Stickstoff	9,23 %	Phosphorsäure . .	7,26 %
Rohproteïn	57,67 %	Asche	18,81 %
Fett	15,81 %	Wasser	6,24 %





Physikalisches von der Naturforscherversammlung in Cassel.

Der Herkules auf der Höhe des Habichtswaldes sah auf buntbeflaggte Strafsenreihen und festlich geschmückte Plätze. Herrlicher Herbstsonnenschein wetteiferte mit den Bürgern des sonst so stillen Cassel, die von Nah und Fern herbeigeströmten Gäste, die Ritter der geistigen Tat, die Pioniere der Wahrheit freundlich zu begrüfsen. Schöne Tage in der Tat nach langen kalten Regenwochen, aber auch Tage fruchtbarer und fördernder Arbeit, denen die Teilnehmer an der 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte ein gutes Andenken bewahren werden. Cassel war günstig gewählt. Der engere Rahmen, in dem sich diesmal, wie auch schon im letzten Jahre in Karlsbad, die Ereignisse abspielten, mufste naturgemäfs einen festeren Zusammenschlufs der Teilnehmer herbeiführen. Ein reger Gedankenaustausch förderte so Forschung und Fortschritt und zeigte die Versammlung auf der ihr würdigen Höhe, obwohl keine grofse wissenschaftliche Tat, keine neue Wahrheit — wir sprechen von der physikalischen Abteilung — von hoher Tribüne herab verkündet wurde.

Fragt man nach den Aufgaben des Naturforschers, so gedenkt man nicht allein jener zahlreichen Entdeckungen und Geistesfunde, an deren subtiler Ausarbeitung die Wissenschaft tätig ist, sondern auch vor allem jener offenbaren Lücken in unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis. Eine Naturforscherversammlung wäre der Ort, von der Ausfüllung dieser Lücken zu reden. Ihrer gibt es genug. So sind wir beispielsweise von der spektralen Verteilung strahlender Energie noch keineswegs zur Zufriedenheit unterrichtet. Gäbe es ein Prisma von allgemeiner Durchlässigkeit, so würde es eine Musterkarte aller strahlenden Ausbreitungsvorgänge von den elektrischen Wellen bis zu den Strahlen chemischer Wirksamkeit entwerfen. Denn ein Prisma hat ja die Eigenschaft, zu analysieren, zu sortieren, das Mit- und Ineinander in ein übersichtliches Nebeneinander zu verwandeln. Gäbe es also ein für alle Strahlengattungen durchlässiges Prisma, wie wir es der Einfachheit halber voraussehen und zeichnen wollen (Fig. 1), so könnte man mit ihm folgendes Experiment anstellen.

Man könnte einen Strahl elektrischer Wellen auf das Prisma leiten und würde dann bemerken, dafs dieser nicht allein aus einer geradlinigen Richtung abgelenkt wird, sondern dafs hinter dem Prisma ein breites Band, ein Spektrum erscheint, welches die elektrischen Strahlen nach ihrer Wellenlänge geordnet nebeneinander enthält. Und zwar werden die langen Wellen am wenigsten, die kurzen am stärksten aus der geraden Richtung abgelenkt. Das Spektrum der elektrischen Strahlen enthält Wellen von vielen Metern Länge bis herab zu wenigen Millimetern. Genau so verläuft der Versuch für die Wärme- und Lichtwellen, nur dafs die Gesamtablenkung dieser Strahlengruppen

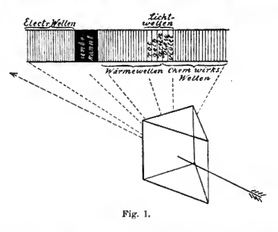


Fig. 1.

eine gröfsere ist. Dabei gehen die Wärmewellen ohne Sprung in die Lichtwellen und die Lichtwellen schliefslich in die Wellenstrahlen chemischer Kraft über, nur zwischen den kürzten elektrischen Wellen und den längsten Wärmewellen klafft, wie es auch die Abbildung erkennen läfst, eine grofse Lücke. Hier liegt ein unbekanntes Gebiet von etwa fünf Schwingungsoktaven. Wir werden darauf noch zurückkommen.

Den elektrischen Wellen widmete Professor Drude einen demonstrativen Vortrag, in dem er vor allem mit Recht auf die befruchtende Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Technik auf diesem Gebiet hinwies. Sind doch die elektrischen Wellen, von unserem grofsen Heinrich Hertz zum ersten Mal im engen Rahmen des Laboratoriums experimentell dargestellt und studiert, zu den Trägern der drahtlosen Telegramme geworden. Dabei hat sich in kaum geahnter Weise auch

im Bereiche der elektrischen Wellen alles das bestätigt, was mit dem Begriff der Schwingung so eng zusammenhängt. Auch bei den Einrichtungen für drahtlose Telegraphie, und zwar in allen einzelnen Gliedern des Mechanismus sowie für die wechselseitigen Beziehungen der Stationen untereinander, ist für die Güte und Stärke der Energieübertragung einzig und allein jene Abstimmung und jener Zusammenklang erforderlich, den man in der Akustik als Resonanz zu bezeichnen pflegt. Es ist daher für den Physiker sowohl wie für den Techniker von eminentester Bedeutung, die Anzahl der Eigenschwingungen und damit die Wellenlänge eines jeden elektrischen Schwingungssystems zu kennen. Das ist wirklich nicht viel schwieriger als das Abhören einer Stimmgabelschwingung aus der Höhe des Tones denn es besteht ein festes Verhältnis zwischen den Abmessungen und der Beschaffenheit eines Schwingungskreises und seiner Schwingungszahl. Die Anzahl der Schwingungen aber in einer Sekunde, hineindividiert in die Geschwindigkeit der elektrischen Wellen, nämlich 300000 km (d. i. die Strecke, welche die Wellen in einer Sekunde zurücklegen), ergibt die Wellenlänge. Volle Resonanz zwischen zwei Schwingungskreisen tritt ebenso wie zwischen zwei Stimmgabeln nur dann auf, wenn Schwingungsgleichheit vorhanden ist, wenn also beide Systeme, akustisch gesprochen, denselben Ton geben. Nun kann man eine ganze Reihe von Schwingungssystemen bekannter Wellenlänge bereit halten und unter ihnen so lange auswählen, bis eine Resonanz mit dem zu untersuchenden System unbekannter Schwingungszahl eintritt. Oder man verfährt auch so, dafs man einen in bekannter Weise variablen Schwingungskreis zur Analyse verwendet. Jedenfalls ist der Vorgang ein aufserordentlich einfacher, denn das zur Untersuchung dienende Schwingungssystem ist kein komplizierter Apparat, bewahre, ein Stück Drahtspule auf einem Glaszylinder oder, in verfeinerter Form, ein Gestell mit zwei Drähten, über die hin eine verschiebbare Metallbrücke läuft. Tritt Resonanz ein, so zeigen sich elektrische Schwingungserscheinungen, die am Funkenspiel oder am Aufleuchten einer kleinen Geislerschen Röhre leicht erkannt werden. Was Professor Drude zeigte, war im Prinzip nicht neu, aber durch die geschickte Art der Anordnung überzeugend und wertvoll. Ohne Übertreibung konnte er sagen, dafs wir nunmehr in der Lage sind, in wenigen Sekunden die Wellenlänge irgend eines elektrisch schwingenden Systems mit einem Fehler von nur etwa 1 Prozent zu bestimmen. Das ist ein beachtenswerter Fortschritt.

Die Antenne (d. i. der hoch auf die Masten gezogene Sendedraht)

und das elektrische Entladungssystem, welches der Antenne die auszustrahlende Energie übermittelt, stehen miteinander also ebenfalls im Abhängigkeitsverhältnis der Resonanz. Das ist Haupterfordernis. Es ist aber schliefslich auch nicht gleichgiltig, wie die Antenne in elektrische Schwingungen versetzt wird. Könnte man in ihr Schwingungen durch einen stetig fliefsenden Strom erregen, so wäre für die Energieübertragung viel gewonnen. Analogien für derartige Übertragungsverhältnisse gibt es in der Akustik genug; man denke nur an das Anblasen einer Pfeife durch einen gleichmäfsigen Luftstrom und an die Schwingungen einer Geigensaite unter dem gleichmäfsigen Strich des Bogens. Es entsteht hier offenbar ein neues Problem, das gelöst sein will und zweifellos in der Zukunft gelöst werden wird. Professor Simon konnte bereits über recht ermutigende, von ihm in Göttingen angestellte Versuche berichten. Er wird sie fortsetzen, sobald er über eine Gleichstrommaschine von sehr hoher Spannung (10 000 Volt oder mehr) verfügt.

Wir erwähnten bereits eingangs, dafs es einen für alle Ätherstrahlen durchlässigen Stoff leider nicht gibt. Glas leistet für elektrische Wellen und Lichtwellen gute Dienste, für Wärmewellen ist es dagegen ein fast undurchsichtiger Körper. Auch ultraviolette Strahlen durchdringen es nicht. Quarz, Steinsalz, Flufsspat, Sylvin u. a. nähern sich dem Ideal bereits mehr, aber auch sie versagen den langen Wärmewellen gegenüber. Und das ist sehr bedauerlich, denn gerade zwischen den langen Wärmewellen und den kurzen elektrischen Wellen liegt das von uns bereits charakterisierte unbekannte Gebiet von 5 Schwingungsoktaven. Die kürzesten bisher gemessenen elektrischen Wellen haben immerhin noch eine sichtbare Gröfse, die längsten Wärmewellen jedoch nur eine Länge von 0,06 mm. Welcher Art mögen nun die Ätherstrahlen dieses unbekannten Gebietes sein? Erwartet uns hier eine besondere Überraschung oder gehen irgendwo beide Schwingungsgruppen allmählich und unmerkbar ineinander über, ohne einer ganz neuen, bisher noch unbekannten Strahlenart zwischen sich Raum zu gewähren? Wir können diese Frage heute nicht mit voller Sicherheit beantworten, soviel aber ist sicher, dafs mit Erfolg jenem Gebiete zugestrebt wird, wo die Wärmewellen elektrische Eigenschaften bekommen und wo man die Strahlen elektrischer Kraft auch als Wärmestrahlen bezeichnen darf.

Es wird unsere Leser gewifs interessieren, zu erfahren, wie man die langen Wärmewellen nachweist, obschon sie auf unser grobes Gefühl selbstredend gar keinen Eindruck mehr ausüben. Unser Gefühl

versagt bereits Wärmestrahlen gegenüber von etwa einem Tausendstel Millimeter Wellenlänge; man hat aber noch Wärmewellen von 60 fach gröfserer Länge erkannt und genau bestimmt. Das Verdienst, auf diesem Gebiet bahnbrechend vorgegangen zu sein, gebührt Professor Rubens - Charlottenburg, der ebenfalls, unter Vorführung sehr interessanter Versuche, in der Abteilungssitzung über seine Arbeiten referierte. Wir wollen seine Versuchsanordnung mit wenigen Worten beschreiben. Es gibt eine Reihe von Stoffen, welche die kürzeren Wärmewellen hindurchlassen, die längeren dagegen reflektieren. Für

Fig. 2.

die letzteren wirken sie also wie ein metallischer Spiegel. Glas läfst alle Lichtstrahlen fast anstandslos hindurch und ebenso die Wärmestrahlen bis etwa zu einer Wellenlänge von drei Tausendstel Millimetern. Quarz geht hierin weiter; es ist durchsichtig noch für etwa dreimal solange Wellen, für längere Wellen wird es zum Spiegel. Steinsalz spiegelt bei 30 Tausendstel, Flufsspat bei 60 Tausendstel und Sylvin gar erst bei 70 Tausendstel Millimeter Wellenlänge. Nun denke man sich folgende Anordnung. Von irgend einer Wärmequelle, sagen wir einem gewöhnlichen Auerbrenner S (Fig. 2), der ohne Zylinder brennt — Glas läfst ja längere Wärmewellen nicht hindurch —, fällt ein Strahlenbündel auf eine Platte a aus Flufsspat. Flufsspat läfst die Lichtstrahlen und die kürzeren Wärmewellen hindurch, die längeren Wärmewellen dagegen reflektiert er und wirft sie auf die Platte b.

Hier wiederholt sich derselbe Vorgang noch einmal. Sollten etwa noch einige Lichtstrahlen oder kurzwellige Wärmestrahlen in dem reflektierten Bündel vorhanden gewesen sein, so werden sie hier hindurchgelassen; die langen Wärmewellen werden wiederum reflektiert und fallen auf die Platte c. Es spielt sich also ein ähnlicher Vorgang ab, wie beim Sieben von Sand. Hat schliefslich eine vier bis fünfmalige Reflexion stattgefunden, so sind keine licht- und kurzwelligen Wärmestrahlen mehr vorhanden. Was da übrig bleibt, sind die erwünschten langwelligen Strahlen, „Rest"-Strahlen, wie sie Rubens mit Recht nennt. Sie lassen sich mit Hilfe der Thermometersäule (T), dem hochempfindlichen Thermometer des Physikers, nachweisen, auch kann man an ihnen bemerken, dafs sie sich in einigen Eigenschaften bereits den elektrischen Strahlen nähern.

Während man so von beiden Seiten her das unbekannte Land vorsichtig abbaut, um ja nichts zu übersehen, hat der Franzose Blondlot einen kühnen Griff mitten hinein getan und an glühenden Körpern — auch im Sonnenlicht — eine unsichtbare, mit teilweiser Durchdringungsfähigkeit undurchsichtiger Körper begabte, brechbare, jedoch nicht chemisch wirksame dunkle Strahlung entdeckt, die anscheinend einer sehr langen Wellengattung angehört und ihren Platz zwischen den kürzesten elektrischen Wellen und den längsten Wärmewellen hat. Auch von diesen Blondlotschen N-Strahlen — so genannt, weil sie in der Universität Nancy entdeckt wurden — war auf der Naturforscherversammlung die Rede. Leider liegt eine Bestätigung der aufsehenerregenden Versuche Blondlots noch von keiner Seite vor.

Wichtiger fast noch als die Messungen an den Reststrahlen sind jedoch die Rubensschen Versuche über die Reflexionsfähigkeit der Metalle für lange Wärmewellen und ihr elektrisches Leitvermögen. Aber, wird der Leser ausrufen, das sind doch zwei Dinge, die offenbar miteinander garnichts zu tun haben! Keineswegs. Er erinnert sich vielleicht, einmal gehört zu haben, dafs auch die Wärmeleitfähigkeit und der elektrische Widerstand Beziehungen zu einander haben, und zwar so, dafs erstere sich zu letzterem angenähert reziprok verhält. Das sind doch auch scheinbar ganz heterogene Dinge. Nach der Maxwellschen elektromagnetischen Lichttheorie mufs man vielmehr derlei Beziehungen durchaus erwarten, und wenn man sie bisher hinsichtlich der Spiegelfähigkeit und des Leitvermögens nicht fand, so lag dies lediglich an einer ungünstigen Versuchsanordnung Prüft man Platin, Gold und Silber in bezug auf sichtbare oder ultraviolette Strahlen, so wird man allerdings bemerken, dafs Platin diese weit

vollkommener reflektiert als Gold und Silber, obgleich das Leitvermögen des Platins weit geringer ist als das der letztgenannten beiden Metalle. Im Gebiet der langen Wärmewellen kehrt sich das Verhältnis jedoch direkt um. Noch deutlicher tritt dies Verhältnis beim Wismut hervor, das im sichtbaren Spektrum kaum merklich hindurchläfst, während die Durchlässigkeit im Ultrarot mehrere Prozent beträgt. Es liegt dies an den Eigenschwingungen der Moleküle — den Resonanzerscheinungen also —, die durch die kürzeren Wellen erregt werden. Führt man nach Rubens alle Messungen mit langen Wellen aus, wobei die Komplikationen und Störungen verschwinden, so zeigt sich wirklich der Zusammenhang in kaum geahnter Klarheit. Es ist nämlich das Reflexionsvermögen der Metalle umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus ihrem elektrischen Leitungsvermögen. Das ist eine ebenso einfache, wie hoch erfreuliche neue Bestätigung der elektromagnetischen Lichttheorie.

Schliefslich wäre noch von den chemisch wirksamen, äufserst kurzwelligen, dunklen Strahlen jenseit vom Violett des Lichtspektrums zu reden. Sie sind als Haupterreger der Fluoreszenz, der chemischen Umwandlung und als Ursache elektrischer Entladungsvorgänge nicht minder interessant als alle übrigen. Leider ist Glas jedoch für sie so gut wie garnicht durchlässig, und das ist im Interesse photographischer Forschung sehr zu bedauern. Denn die Platte kann hinter Glaslinsen ihre volle chemische Kraft garnicht entfalten. Da ist es denn mit Freude zu begrüfsen, dafs Schott und Genossen in Jena auf der Naturforscherversammlung mit stark ultraviolett durchlässigen Gläsern hervortraten und sowohl Cron- wie Flintglas von der neuen Art ausstellten. Zwar kann das eigenartige Glas an Durchlässigkeit nicht mit dem Quarz wetteifern, es ist aber für viele Fälle von bedeutsamem Wert. So konnte Herr Zschimmer Himmelsphotographien, durch alte und neue Gläser gewonnen, nebeneinander stellen, auf denen der Fortschritt sofort in die Augen sprang. Die hinter ultraviolett durchlässigen Gläsern hergestellten Aufnahmen enthielten nämlich etwa $1/2$ Gröfsenklasse mehr Sterne, der Gesamtzahl nach also einen beträchtlichen Zuwachs. Es gibt aber auch Gebilde am Himmel, die, wie einige Nebel, nur ultraviolettes Licht aussenden und daher überhaupt nur auf photographischem Wege zu entdecken sind. An ihnen dürften sich die neuen Linsen ganz besonders bewähren.

So wäre von der letzten Naturforscherversammlung in Cassel noch viel Interessantes zu berichten, insbesondere von den im Vordergrunde alles Interesses stehenden radioaktiven Substanzen und von dem sehr

bedeutsamen Vortrag Ramsays über die Verwandlung von Radium in Helium. Auch über die mit der Versammlung verbundene Ausstellung ist noch viel zu sagen. Doch darüber ein andermal.

Dr. B. D.



Der Stern 85 Pegasi ist ein von Burnham 1878 entdeckter Doppelstern, dessen Hauptstern $5^{m}.7$ und dessen Begleiter nur $11^{m}.3$ ist. Der Begleiter beschreibt eine sehr enge Bahn von nur $0''.78$ halber grofser Axe in 25.7 Jahren um den Hauptstern. 85 Pegasi besitzt nach Bossert die beträchtliche jährliche Eigenbewegung von $+ 0''.93$ in R. A. und $- 0''.99$ in Decl. oder von $1''.29$ im gröfsten Kreise im Positionswinkel 140°. Der Stern B. D. $+ 26^{0}.4735$, $9^{m}.0$ stand, als Otto Struve ihn 1851 zuerst mafs, $33''$ im Positionswinkel, 114° von dem Doppelstern entfernt, von dem Struve damals nur den Hauptstern sah, und konnte daher für einen entfernten Begleiter gelten. Die später ausgeführten Anschlüsse zeigten aber in den rasch sich ändernden Positionswinkeln und Distanzen nichts von einer Umlaufsbewegung des Sterns 9^{m} um 85 Pegasi, sondern nur, dafs letzterer geradlinig sich an der Sphäre bewegte. Im Jahre 1873 war der Abstand der beiden Sterne auf den kleinsten Betrag von $14''$ gesunken, von da ab nimmt die Entfernung der nur optisch verknüpften Sterne unaufhörlich zu. Im Jahre 1888 war 85 Pegasi, der zu Struves Zeiten in kleinerer R. A. dem schwachen Sterne voranging, unter denselben getreten, so dafs beide im selben Stundenkreise standen, von da ab steht der helle Stern dauernd östlich von dem schwachen. 32 Bestimmungen von Positionswinkel und Distanz des Sternes 9^{m} gegen 85 Pegasi hat nun Comstock, der Direktor des Washburn Observatory, benutzt, um zu untersuchen, wo in dem physischen System. welches 85 Pegasi mit dem Stern $11^{m}.3$ bildet, der Schwerpunkt liegt, denn dieser ist es, der sich gradlinig an dem Sterne 9^{m} vorbeibewegt, während der Hauptstern $5^{m}.7$ in 25.7 Jahren um den Schwerpunkt rotiert mit einer halben grofsen Achse, die sich zu der der Bahn des Begleiters um den Hauptstern, $0''.78$, verhält wie die Masse des Begleiters zu der Summe der Massen. Da der Begleiter nur den 174. Teil des Lichtes des Hauptsterns hat, sollte man für seine Masse ebenfalls nur einen geringen Bruchteil der Masse des Hauptsterns erwarten, und dann würde praktisch der Hauptstern selbst die geradlinige Bewegung ausführen. Überraschender Weise erhielt jedoch Comstock für dies eben bezeichnete Massenverhältnis aus der Be-

handlung der R. A.-Differenzen gegen den Stern 9^m den Wert 0.604. aus den Decl.-Differenzen 0.634, in recht guter Übereinstimmung Nimmt man das Mittel 0.62, so ist dies die Masse des schwächeren Sterns, wenn man die Summe der Massen = 1 setzt, und 0.38 wird die Masse des helleren Sterns. Der 174 mal heller leuchtende Stern ist also der an Masse und damit wahrscheinlich auch an Ausdehnung kleinere, der schwächere Stern mufs sich somit in bedeutend abgekühlterem Stadium befinden wie der hellere, der dem zweiten Spektraltypus angehört. Selbst wenn die Zahl 0.62 noch erheblich fehlerhaft sein sollte, so könnte immerhin der hellere Stern im Vergleich zum schwachen doch nur eine Masse besitzen, die nicht entfernt seiner überlegenen Helligkeit entspricht. Solche scheinbar abnormen Verhältnisse bestehen bekanntlich auch im Siriussystem, wo der Hauptstern rund 1000 mal so hell ist wie der Begleiter und doch nur die doppelte Masse hat.

Die Parallaxe des Sterns 85 Pegasi ist zu etwa 0.04 nach den bisherigen Messungen anzunehmen, damit wird die halbe grofse Achse der Bahn des Sterns 11^m um den Hauptstern $19^1/_2$ Erdbahnradien und die Massen, welche in dieser dem Sonnenabstand des Uranus gleichen Entfernung eine Umlaufsbewegung in 25.7 Jahren erzeugen, besitzen zusammen $11^1/_4$ mal soviel Masse als die Sonne, wenn sie nun im Verhältnis 0.38 : 0.62 stehen, so ist die hellere Komponente von 85 Pegasi $4^1/_4$, die schwächere 7 mal so schwer wie die Sonne. Wegen der Unsicherheit der Parallaxe ist das Resultat über die Summe der Massen noch recht unsicher, jedenfalls aber sind die Körper der Sonne an Gröfse überlegen. Rp.



Himmelserscheinungen.

Übersicht über die Himmelserscheinungen für Dezember 1903, Januar und Februar 1904[1]).

1) **Der Sternenhimmel.** In diesem Zeitabschnitt bietet der Sternenhimmel abends im Südosten ein glänzendes Bild. Die Gruppe von 8 Sternen erster Gröfse, welche in den Sternbildern des grofsen und kleinen Hundes, des Orion, des Stiers, der Zwillinge und des Fuhrmanns nahe beisammen stehen, ist zwar Mitte Dezember noch nicht vollständig bei Anbruch der Nacht aufgegangen, aber von 8 Uhr ab im Osten sichtbar. Mitte Februar steht diese reiche Sterngruppe um 8 Uhr abends bereits im Süden, und es kommt in Regulus im grofsen Löwen, dann im Ostnordosten noch ein neunter Stern erster Gröfse hinzu. Die rechts davon gelegenen Sternbilder sind entsprechend sternärmer. Anfang Dezember ist noch der Adler kurze Zeit im Westen zu sehen, länger Pegasus mit der dem Zenith näheren Andromeda, tief im Süden der Wallfisch, höher die Fische und der Widder. Das Zenith passieren der Reihe nach Cassiopea, Perseus, Fuhrmann und grofser Bär, die vom Nordosthimmel heraufwandern. Zur Orientierung mögen folgende hellere Sterne dienen, die abends um 9 Uhr mittel-europäischer Zeit kulminieren:

	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination
1. Dezember	ζ Ceti	3.0	$1^h\ 47^m$	— 10° 48′
5. „	α Arietis	2.0	2 1	+ 23 0
16. „	γ Ceti	3.3	2 38	+ 2 50
20. „	α Ceti	2.3	2 57	+ 3 43
25. „	o Tauri	3.6	3 20	+ 8 41
29. „	δ Eridani	3.0	3 39	— 10 5
3. Januar	λ Tauri	3.4—4.2	3 55	+ 12 13
8. „	γ Tauri	4.0	4 14	+ 15 23
12. „	α Tauri	1	4 30	+ 16 19
17. „	ι Aurigae	3.0	4 51	+ 33 1
22. „	α Aurigae	1	5 9	+ 45 54
	β Orionis	1	5 10	— 8 18
27. „	ε Orionis	2.0	5 31	— 1 16
1. Februar	α Orionis	1—1.4	5 50	+ 7 23
6. „	η Geminor.	3.2—4.2	6 9	+ 22 32
8. „	β Canis maj.	2.6	6 18	— 17 54
14. „	α Canis maj.	1	6 41	— 16 35
20. „	δ Canis maj.	2.0	7 4	— 26 14
26. „	α Geminor.	2	7 28	+ 32 6

2) **Veränderliche Sterne.** a) Dem unbewaffneten Auge und kleineren Instrumenten sind zugänglich nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln vom Algoltypus:

Algol ($3^h\ 2^m$, + 40° 35′) Gröfse $2^m.3$—$3^m.4$: Dez. $3^d\ 7^h\ 44^m$, $14^d\ 18^h\ 59^m$, $17^d\ 15^h\ 48^m$, $20^d\ 12^h\ 37^m$, $23^d\ 9^h\ 26^m$, $26^d\ 6^h\ 15^m$; Jan. $6^d\ 17^h\ 31^m$, $9^d\ 14^h\ 20^m$, $12^d\ 11^h\ 9^m$, $15^d\ 7^h\ 58^m$, $29^d\ 16^h\ 3^m$; Febr. $1^d\ 12^h\ 52^m$, $4^d\ 9^h\ 41^m$, $7^d\ 6^h\ 30^m$, $18^d\ 17^h\ 46^m$, $21^d\ 14^h\ 35^m$, $24^d\ 11^h\ 24^m$, $27^d\ 8^h\ 13^m$.

---

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnenaufgänge — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

λ Tauri (3^h 55^m $+ 12^0$ $14'$) Gröfse $3^m.4$—$4^m.5$: Jan. 2^d 14^h 55^m, 6^d 13^h 47^m, 10^d 12^h 39^m, 14^d 11^h 31^m, 18^d 10^h 23^m, 22^d 9^h 16^m, 26^d 8^h 8^m, 30^d 7^h 0^m.

δ Librae (14^h 56^m $- 8^0$ $8'$) Gröfse 5—6.7: Dez. 21^d 19^h 7^m, 28^d 18^h 41^m; Jan. 4^d 18^h 15^m, 11^d 17^h 49^m, 18^d 17^h 23^m, 25^d 16^h 57^m; Febr. 1^d 16^h 31^m, 8^d 16^h 5^m, 15^d 15^h 39^m, 22^d 15^h 13^m.

b) Im Dezember 1903[1]) erreichen ferner folgende hellere Veränderliche ihr Maximum:

Name	Ort für 1903				Helligk.	Zeit des Maximum	Helligk. in Minimum	Dauer der Periode
R Arietis	2^h	11^m	$+ 24^0$	$37'$	8	Dez. 12	11.7—13	186^d
R Trianguli	2	31	+ 33	50	5.6	Dez. 6	11.7	268
X Ceti	3	15	— 1	25	9	Dez. 4	< 12.5	unsicher
T Leporis	5	1	— 22	2	8	Dez. 7	10.9	360
X Aurigae	6	5	+ 50	14	8	Dez. 1	?	?
U Canis min.	7	36	+ 8	36	9	Dez. 21	12.3—13.5	410
R Canum ven.	13	45	+ 40	1	7.8	Dez. 15	11.5	338
RS Virginis	14	23	+ 5	7	7	Dez. 15	12	360
X Aquarii	22	13	— 21	22	8.9	Dez. 26	13	311
V Cassiopeae	23	8	+ 59	10	8	Dez. 11	12.4	229

3) **Planeten.** Merkur ist am 31. Dez. in grösster östlicher Elongation $19\frac{1}{2}^0$ von der Sonne entfernt, also Abendstern, aber seines tiefen Standes (-22^0) wegen doch kaum zu sehen, am 9. Febr. in grösster westlicher Elongation (26^0) Morgenstern, aber wieder nur in -20^0 Dekl. Venus ist in Jungfrau, Wage, Skorpion, Schlangenträger, Schützen und endlich im Steinbock, Morgenstern und rückt langsam der Sonne näher; am 6. Jan. steht sie $1\frac{1}{2}^0$ über β Scorpii. Mars ist rechtläufig im Schützen, Steinbock, Wassermann und zuletzt in den Fischen; er überholt am 20. Dez. 13^h den im Steinbock sehr langsam rechtläufigen Saturn (Mars $33'$ südlich), der Mitte Jan. in den Sonnenstrahlen verschwindet, und am 25. Febr. 18^h den Jupiter (Mars $30'$ nördlich), der im Wassermann langsam rechtläufig sich bewegt. Uranus steht auf der Verbindungslinie der Sterne μ Sagittarii und ϑ Scorpii, ersterem immer näher kommend und erst im Februar als Morgenstern sichtbar. Neptun ist dicht bei μ Geminorum zu finden.

4) **Jupitermonde.** In Mitteleuropa sind von den Finsternissen die folgenden zu beobachten:

I. Trabant. Austritte aus dem Schatten. Dez. 3^d 9^h 31^m 37^s, 12^d 5^h 56^m 3^s, 19^d 7^h 51^m 36^s, 26^d 9^h 47^m 6^s, 28^d 4^h 15^h 59^s; Jan. 4^d 6^h 11^m 24^s, 11^d 8^h 6^m 45^s, 27^d 6^h 26^m 3^s; Febr. 3^d 8^h 21^m 10^s, 19^d 6^h 39^m 55^s.

II. Trabant. Austritte aus dem Schatten. Dez. 1^d 5^h 6^m 38^s, 8^d 7^h 44^m 19^s, 15^d 10^h 22^m 8^s; Jan. 2^d 4^h 57^m 39^s, 9^d 7^h 35^m 55^s; Febr. 10^d 7^h 28^m 11^s.

III. Trabant. Dez. 27^d 6^h 40^m 17^s Austritt; Jan. 3^d 7^h 53^m 50^s Eintritt; Febr. 8^d 6^h 47^m 38^s Austritt.

IV. Trabant. Jan. 31^d 6^h 23^m 31^s Austritt.

5) Von **Meteoren** fallen vom 6.—13. Dec. die ϑ Geminiden, vom 1.—3. Jan. die υ Herculiden.

---

[1]) Die Angaben für Jan. und Febr. 1904 werden später mitgeteilt werden.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Grösse	Austritt	Eintritt	Positionswink.[1] des Eintr.	des Austr.
6. Dezember	λ Geminorum	3.8	18h 46m	19h 43m	96	285
10. „	θ Leonis	4.8	14 18	15 4	158	244
31. „	α Tauri	1	13 52	14 9	161	192
1. Januar	111 Tauri	5.5	7 23	7 55	142	202
2. „	26. Geminorum	5.5	14 53	15 37	52	324
5. „	o Leonis	3.6	11 22	12 24	127	265
30. „	λ Geminorum	3.8	16 8	17 1	95	285
8. Februar	θ Librae	4.7	16 59	17 43	160	231
12. „	ρ' Sagittarii	4.0	17 28	18 18	44	313
24. „	α Tauri	1	7 18	8 33	74	271
29. „	o Leonis	3.6	10 5	11 8	135	263

7) **Mond.**

Phase		Aufgang	Untergang		
Vollmond	4. Dez. 7h	4h 17m	20h 9m	Erdnähe 6. Dez.	22h
Letztes Viert.	11. „ 0	12 26	0 21		
Neumond	18. „ 10	20 8	4 6	Erdferne 22. „	23
Erstes Viert.	26. „ 15	— —	12 2		
Vollmond	2. Jan. 19	3 50	19 49	Erdnähe 4. Jan.	1
Letztes Viert.	9. „ 10	12 43	23 47		
Neumond	17. „ 5	20 7	4 39	Erdferne 19. „	12
Erstes Viert.	25. „ 10	23 28	13 6		
Vollmond	1. Febr. 6	5 1	19 50	Erdnähe 1. Febr.	13
Letztes Viert.	7. „ 23	12 52	22 50		
Neumond	16. „ 0	19 33	5 34	Erdferne 15. „	13
Erstes Viert.	24. „ 0	23 22	14 12		

8) **Sonne.**

	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag.	Zeitgleichung. mittl. — wahre Z.	Sonnenaufg. für Berlin.	Sonnenunterg. für Berlin.
1. Dezember	16h 36m 31.2s	— 11m 13.0s	7h 55m	3h 54m
8. „	17 4 7.1	— 8 25.3	8 4	3 51
15. „	17 31 43.0	— 5 12.8	8 12	3 49
22. „	17 59 18.9	— 1 45.9	8 17	3 51
29. „	18 26 54.8	+ 1 42.9	8 19	3 56
5. Januar	18 54 30.7	+ 5 1.8	8 19	4 3
12. „	19 22 6.6	+ 8 1.3	8 15	4 18
19. „	19 49 42.5	+ 10 32.8	8 9	4 24
26. „	20 17 18.4	+ 12 28.9	8 1	4 36
2. Februar	20 44 54.3	+ 13 45.2	7 51	4 49
9. „	21 12 30.1	+ 14 21.6	7 39	5 3
16. „	21 40 6.0	+ 14 20.0	7 25	5 16
23. „	22 7 41.9	+ 13 42.9	7 11	5 29

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.



W. Ostwald: Die Schule der Chemie. Erste Einführung in die Chemie für jedermann. Erster Teil: Allgemeines. Verlag von Vieweg, Braunschweig 1903. 186 Seiten.

Wenn ein wissenschaftliches Buch für jedermann bestimmt ist, so mufs es den Stoff in spannender, interessanter, gefälliger Form bringen, es mufs bei aller wissenschaftlichen Genauigkeit leicht verständlich sein, es mufs den Leser nicht nur überzeugen, sondern auch erfreuen. Das ist eine grofse und schöne Aufgabe. Prof. Ostwalds Schule der Chemie ist ein Buch für jedermann im schönsten Sinne des Wortes. An der Hand einer gemütlichen Unterhaltung zwischen einem Lehrer und einem Schüler, dessen Standpunkt der eines begabten Kindes von 10—12 Jahren ist, werden wir zunächst in die Grundbegriffe der physikalisch-chemischen Wissenschaft eingeführt: Was ist ein Stoff, was ist eine Eigenschaft, was ist eine Lösung, wie kommt der Mensch dazu, ein Metermafs und ein Thermometer zu besitzen, was versteht man unter Dichte u. s. w. Dann gehts über das Phänomen der Verbrennung zum ersten chemischen Element, dem Sauerstoff. Hierauf wird erklärt, was eine chemische Verbindung, was ein Element sei; es folgen die verschiedenen Elemente; dazwischen kommt ein Kapitel über „Stetigkeit und Genauigkeit", wo der Schüler über die Unvollkommenheiten der physikalischen Messungen aufgeklärt wird — eins entwickelt sich im Laufe des Gesprächs logisch aus dem anderen, zwanglos und natürlich; überall ist der heitere, naive Gesprächston beibehalten, stets wird nur an alltägliche Erfahrungen angeknüpft, die jedes Kind schon gemacht hat, oder es werden Experimente angegeben, die jedes Kind machen oder sicher verstehen kann, und diese Experimente durch Zeichnungen erläutert, die bei einer verblüffenden Einfachheit alles Wesentliche enthalten. Ein Kind von 10—12 Jahren fühlt sich sympathisch berührt durch die Antworten und Einwürfe des „Schülers", die geradezu erstaunliche Naturwahrheit besitzen, es lernt spielend. (Verfasser dieses Referates hat das bei seiner 11jährigen Schwester experimentell festgestellt!). Der Erwachsene liest lächelnd ein paar Seiten, und wenn er zu Ende gelesen hat, merkt er auf einmal, dafs er, ohne zu wollen, etwas dazu gelernt hat, etwas jetzt viel klarer sieht als vorher. Kurzum, der erste Teil des Ostwaldschen Buches (der zweite wird hoffentlich bald folgen) gehört zweifellos zu den bedeutendsten populär-wissenschaftlichen Büchern, die jemals erschienen sind. Er sollte in keinem Hause fehlen, in dem man darauf bedacht ist, den Kindern von frühester Jugend an Liebe und Interesse für die Naturerscheinungen einzuflöfsen. Dr. M. v. P.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Abstieg zu den Höhlen.
Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.



Tominz-Grotte.
Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.



Über Leben und Tod.

Von **Ed. Sokal**, Berlin-Charlottenburg.

Das merkwürdigste Lebensphänomen ist der Tod. Dafs jedes Werden, jedes Entstehen in der lebenden Natur, dafs das kleinste Klümpchen protoplasmatischer Materie ebenso wie der komplizierteste Organismus den Keim des Unterganges in sich trägt, erscheint dem oberflächlichen Blick vielleicht selbstverständlich, der tiefer eindringenden Forschung ein geheimnisvolles Rätsel. Seit jeher ein Tummelplatz der metaphysischen Spekulation, ist die Frage nach dem Ursprung des Todes, nach seiner biologischen Bedeutung, nach seiner physiologischen Erklärung erst in neuester Zeit Gegenstand einer streng wissenschaftlichen Diskussion geworden.

Wir wollen die psychologische Seite der Frage, die Geschichte der Todesidee in der Entwicklung des Menschengeschlechtes, hier nur kurz berühren. Die Zeit ist längst vorbei, da man den Wilden für ein Wesen hielt, das mit mächtig überschäumender Phantasie begabt, spielend, gleichsam in bewufster Selbsttäuschung, die Wälder und Schluchten mit Geschöpfen seiner Einbildungskraft bevölkerte, die Ahnen aus ihren Gräbern erwachen und in die Kämpfe der Lebenden eingreifen hiefs, um sie willkürlich, nachdem die Komödie ausgespielt, wieder hinter dem Vorhang verschwinden zu lassen. Herbert Spencers und anderer Forschungen haben diesen Wahn wohl für immer beseitigt. Wir wissen nunmehr, dafs die Auffassung des Todes als einer Art Schattenlebens, der wir fast bei allen Naturvölkern begegnen, nicht der Ausflufs einer visionären Phantasie, sondern das natürliche, logische Produkt einer mangelhaften Interpretation der Traumerscheinungen war, und ein furchtbarer, verhängnisvoller Moment mag es gewesen sein, als zum ersten Male der Geist eines Menschen die Entdeckung des Todes gemacht hatte, als zum ersten Male der

Mensch in dem brechenden Auge des Verwundeten den Abschied auf Nimmerwiedersehen erkannte.

Der Standpunkt der Naturwissenschaft in der Frage nach den Ursachen des Todes ist nicht leicht zu präzisieren. Noch immer klafft ein unüberbrückbarer Abgrund zwischen den Wissenschaften von der toten und der lebenden Materie, und je weiter die naturwissenschaftliche Erkenntnis fortschreitet, desto mehr Schwierigkeiten türmen sich auf dem Weg der physikalisch-chemischen Erklärungsmethode von Lebensphänomenen. Sie ist im Prinzipe unanfechtbar, praktisch fast nur in den gröbsten Umrissen durchführbar. Man hat die Bewegung des Protoplasmas mit Seifenemulsion verglichen; zur Veranschaulichung seiner Konstitution einen neuen Aggregatzustand — den „fest-flüssigen" — herangezogen und ist auf diesem Wege nirgends zu weiteren Ausblicken gelangt und nur selten über eine mehr oder weniger versteckte Tautologie hinausgekommen. Die chemische Untersuchungsmethode hat zu fruchtbareren Gesichtspunkten geführt. Die gewaltige räumliche Konzentration der chemischen Energie, die Eigenschaft mancher chemischer Körper, der „Fermente", unter gewissen Umständen grofse Vorräte von potentieller Energie in lebendige Kraft übergehen zu lassen, weisen schon bei oberflächlichster Betrachtung darauf hin, in den chemischen Kräften das Wesen des Lebensprozesses zu suchen. Es wäre jedoch Selbsttäuschung zu glauben, dafs wir auf diesem schwierigen Gebiete mehr als die ersten, schwankenden Versuche zu verzeichnen haben. Die chemische Natur der Eiweifskörper, dieser für den Lebensprozefs wichtigsten Substanzen, ist noch in vollständiges Dunkel gehüllt, und so lange dies der Fall, ist die Route durch die exakten Naturwissenschaften zu den tieferen Lebensproblemen gleichsam durch einen Felsblock verlegt.

Aber ein anderer Weg steht uns offen, wie besonders Robert Franceschini in seiner trefflichen Abhandlung: „Die Abgrenzung der Biologie der Wissenschaft" hervorgehoben: der Weg, den Darwin durch seine Zuchtwahltheorie als einer der ersten mit ungeahntem Erfolge betreten: die biologische Forschungsmethode. Diese geht nicht darauf aus, das Leben direkt aus dem Spiel der Atome zu erklären, sie operiert mit Gröfsen zweiter Ordnung, mit den empirisch gegebenen Tatsachen, der Erblichkeit, der Gewohnheit usw., und sucht durch deren sinnreiche Verknüpfung eine unabhängige, selbständige Wissenschaft des Lebens auszugestalten.

Von ihren Gesichtspunkten ausgehend hat August Weismann in neuester Zeit die Frage nach den Ursachen des Todes behandelt.

Untersuchungen über die „Dauer des Lebens" — wohl die ersten, die systematisch über diesen Gegenstand angestellt wurden — bilden das Anfangsglied in der festgefügten Kette der Weismannschen Ausführungen. „Die organischen Körper sind vergänglich, indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum anderen Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst." Dieser natur-philosophisch angehauchte Ausspruch von Johannes Müller, für welchen Weismann das Adjektivum „inhaltschwer" gewählt hat, bildete bis Weismann den Inbegriff all dessen, was man in dieser Frage zu sagen wufste.

Lassen wir die allgemeine Richtigkeit dieses Satzes einstweilen dahingestellt, so ist doch so viel aufser Zweifel, dafs das Leben des Individuums seine natürlichen Grenzen hat, wenigstens bei all den Tieren und Pflanzen, welche der nicht naturforschende Mensch zu beobachten gewohnt ist. Es ist auch weiter aufser allem Zweifel, dafs diese Grenzen je nach der Tier- oder Pflanzenart sehr verschieden weit gesteckt sind.

Man wird zunächst geneigt sein, den Grund für dieses verschiedene Verhalten in der körperlichen Verschiedenheit der Arten, in der Verschiedenheit von Bau und Mischung bei den einzelnen Organismen zu suchen. In der Tat laufen alle Erklärungsversuche, die bis Weismann aufgestellt worden sind, auf diese Vorstellung hinaus.

Dennoch genügt diese Erklärung nicht. Allerdings mufs in letzter Instanz die Ursache der Lebensdauer im Organismus selbst liegen, da sie sich nicht aufserhalb desselben befinden kann, allein Bau und Mischung, kurz die physiologische Konstitution des Körpers sind nicht die einzigen Momente, welche die Dauer des Lebens bestimmen. Das erkennt man sofort, wenn man versucht, die vorliegenden Tatsachen aus diesen Momenten allein abzuleiten.

Zunächst kommt hier in Betracht: die Körpergröfse. — Die längste Lebensdauer von allen Organismen der Erde besitzen die grofsen Bäume. Die Adansonien der Kapverdischen Inseln sollen 6000 Jahre alt werden. Unter den Tieren sind es auch wiederum die gröfsten, welche das höchste Alter erreichen; der Walfisch lebt sicherlich einige Jahrhunderte, der Elefant wird 200 Jahre alt, und es hält nicht schwer, nach abwärts eine Reihe von Tieren aufzuführen, bei welchen die Lebensdauer ungefähr parallel der Körpergröfse abzunehmen scheint.

Sieht man sich aber etwas genauer um, so findet man, dafs dasselbe Alter von 200 Jahren, welches der Elefant erreicht, auch von

viel kleineren Tieren, wie Hecht und Karpfen erreicht wird; 40 Jahre alt wird aufser dem Pferd auch die Kröte und die Katze und die etwa faustgrofse See-Anemone besitzt eine Lebensdauer von mehr als 50 Jahren. — Wenn also auch im allgemeinen gesagt werden kann, dafs Wachstum und Lebensdauer bei grofsen Tieren gröfser sind als bei kleinen, so besteht doch kein festes Verhältnis zwischen beiden, und **Flourens** war im Irrtum, wenn er glaubte, die Lebensdauer betrage stets das Fünffache der Wachstumsdauer.

Das zweite, rein physiologische Moment, welches die Lebensdauer beeinflufst, ist die Raschheit oder Langsamkeit, mit welcher das Leben dahinfliefst, kurz ausgedrückt: das Tempo des Stoffwechsels und der Lebensprozesse.

In diesem Sinne sagt **Lotze** in seinem „Mikrokosmus“: „Grofse und rastlose Beweglichkeit reibt die organische Masse auf, und die schnellfüfsigen Geschlechter der jagdbaren Tiere, die Hunde, selbst die Affen stehen an Lebensdauer sowohl dem Menschen als den gröfseren Raubtieren nach, die durch einzelne kraftvolle Anstrengungen ihre Bedürfnisse befriedigen“ — „die Trägheit der Amphibien gestatte dagegen auch den kleineren unter ihnen eine gröfsere Lebenszähigkeit.“

Ganz gewifs ist etwas Richtiges an dieser Bemerkung. Dennoch wäre es ein grofser Irrtum, wollte man glauben, dafs Schnellebigkeit notwendig auch kürzeres Leben bedinge. Die schnellebenden Vögel haben trotzdem eine sehr lange Lebensdauer, sie erreichen, ja übertreffen darin die trägen Amphibien gleicher Körpergröfse. Man darf sich den Organismus nicht als einen Haufen Brennstoff vorstellen, der um so früher zu Asche zusammensinkt, je kleiner er ist und je rascher er brennt, sondern als ein Feuer, in das immer neue Scheite hineingeworfen werden können und das so lange unterhalten wird, als es eben nötig ist, mag es nun schnell oder langsam brennen.

Wie wollten wir es von jenem Standpunkte aus erklären, dafs die Weibchen und Arbeiterinnen der Ameisen mehrere Jahre leben, während die Männchen kaum ein paar Wochen ausdauern? Beide Geschlechter unterscheiden sich weder durch Körpergröfse irgend erheblich, noch durch Komplikation des Baues, noch durch das Tempo des Stoffwechsels, sie sind nach allen diesen drei Richtungen nahezu als identisch anzusehen, und dennoch solch ein Unterschied in der normalen Dauer des Lebens!

Durch all dies scheint jedenfalls so viel bewiesen zu sein, dafs die physiologischen Verhältnisse sicherlich nicht die einzigen Regu-

latoren der Lebensdauer sind, dafs sie allein es nicht sind, welche die Stärke der Feder der Lebensuhr bestimmen, dafs vielmehr in Uhren von nahezu gleicher Beschaffenheit Federn verschiedener Stärke eingesetzt werden können!

Hiermit sind wir aber zu einem Grundgedanken der Weismannschen Theorie gelangt. Die äufseren Lebensbedingungen sind es, welche (nach Weismann) durch den Selektionsprozess die Lebensdauer der Organismen in erster Linie normieren. Für jeden, der überhaupt einmal den Selektionsprozess durchgedacht hat, ist es ohne weiteres klar, dafs bei einer solchen Regulierung der Lebensdauer lediglich das Interesse der Art, nicht etwa das des Individuums in Betracht kommen kann. Es ist für die Art an und für sich gleichgültig, ob das Individuum länger oder kürzer lebt, für sie kommt es nur darauf an, dafs die Leistungen des Individuums für die Art ihr gesichert werden. Diese Leistungen bestehen in der Fortpflanzung, in der Hervorbringung eines für den Bestand der Art genügenden Ersatzes der durch Tod abgehenden Individuen und eventuell noch in der Brutpflege, wenn die Eltern ihre Spröfslinge beschützen und und ernähren. Wir werden also erwarten müssen, dafs im allgemeinen das Leben die Fortpflanzungszeit nicht erheblich überdauere, es sei denn, dafs die betreffende Art Brutpflege ausübe.

So finden wir es in der Tat. Alle Säugetiere, alle Vögel überleben ihre Fortpflanzungszeit, auf der anderen Seite hört z. B. bei allen Insekten — mit einziger Ausnahme der Arten mit Brutpflege — das Leben mit der Fortpflanzung auf.

Es kann nicht unsere Absicht sein, hier die Ausführungen Weismanns bis ins spezielle zu verfolgen, wir müssen darauf verzichten, die zahllosen Belege, seine scharfsinnigen Erklärungsversuche der scheinbaren Ausnahmen usw. hier des näheren zu beleuchten. Aber sein Gedankengang führt auch geradewegs auf eines der schwierigsten Probleme der ganzen Physiologie, auf die Frage nach dem Ursprung des Todes.

„Der Tod ist in letzter Instanz eine Anpassungserscheinung.“ So paradox dieser Satz auch klingen mag, ebenso einfach und konsequent ergibt er sich aus dem vorhergegangenen.

Weismann sagt:

„Ich glaube nicht, dafs das Leben deshalb auf ein bestimmtes Mafs der Dauer gesetzt ist, weil es seiner Natur nach nicht unbegrenzt sein könnte, sondern weil eine unbegrenzte Dauer des (nicht mehr

reproduzierenden) Individuums für die Art ein ganz unzweckmäfsiger Luxus wäre."

„Es kann selbstverständlich nicht im geringsten bezweifelt werden, dafs die höheren Organismen, so wie sie nun einmal sind den Keim des Todes in sich tragen, es fragt sich nur, warum und aus welchen Motiven sie so geworden sind, und da glaube ich, mufs der Tod nur als eine Zweckmäfsigkeitseinrichtung, als eine Konzession an die äufseren Lebensbedingungen, nicht als eine absolute im Wesen des Lebens begründete Notwendigkeit aufgefafst werden."

Der Tod, d. h. die Begrenztheit der Lebensdauer, ist nämlich gar nicht ein allen Organismen zukommendes Attribut. Es gibt eine grofse Zahl von niederen Organismen (Amöben, einzellige Algen, Infusorien usw.), die nicht sterben müssen. Wohl sind auch sie zerstörbar; Siedehitze, Kalilauge, Gifte töten sie, aber so lange die für ihr Leben nötigen äufseren Bedingungen vorhanden sind, so lange leben sie; sie tragen also die Fähigkeit ewiger Dauer in sich.

Man hat öfters den Teilungsprozefs der Amöben so aufgefafst, als sei das Leben des Individuums mit seiner Teilung beschlossen, als entstünden aus ihm nun zwei neue Individuen, als falle hier Tod und Fortpflanzung zusammen. In Wahrheit kann man doch aber hier nicht von Tod reden! wo ist denn die Leiche? was stirbt denn ab? Nichts; der Körper des Tieres zerteilt sich in zwei nahezu gleiche Stücke, von denen jedes dem Muttertier vollkommen ähnlich ist. Ja, denken wir uns eine Amöbe mit Selbstbewufstsein begabt, so ist nicht daran zu zweifeln, dafs nach der Teilung jede Hälfte die andere für die Tochter und sich selbst für das ursprüngliche Individuum ansehen würde!

Aber gehen wir weiter! — Da die vielzelligen Tiere und Pflanzen nach der Darwinschen Theorie aus den einzelligen hervorgegangen sind, so fragt es sich nun, wie denn diesen die Anlage zu ewiger Dauer abhanden gekommen ist?

Dies hängt nun wohl mit der Arbeitsteilung zusammen, die zwischen den Zellen der vielzelligen Organismen eintrat und dieselben von Stufe zu Stufe zu immer komplizierterer Gestaltung hinleitete.

Mögen auch vielleicht die ersten vielzelligen Organismen Klümpchen gleichartiger Zellen gewesen sein, so mufs sich doch bald eine Ungleichartigkeit unter ihnen ausgebildet haben. Schon allein durch ihre Lage werden einige Zellen geeigneter gewesen sein, die Ernährung der Kolonie zu besorgen, andere die Fortpflanzung zu über-

nehmen. Es mufste sich so ein Gegensatz zweier Zellgruppen bilden, die man als somatische und propagatorische, als Körperzellen und Fortpflanzungszellen bezeichnen könnte. Den Propagationszellen konnte die Fähigkeit unbegrenzter Vermehrung nicht verloren gehen, andernfalls würde ein Erlöschen der betreffenden Art eingetreten sein; dafs sie aber den somatischen Zellen mehr und mehr entzogen wurde, dafs sie schliefslich auf eine bestimmte, wenn auch eine sehr grofse Zahl von Zellgenerationen beschränkt wurde, erklärt sich aus der Unmöglichkeit, das Individuum vor Unfällen absolut zu schützen, und der daraus resultierenden Hinfälligkeit desselben, welche es für die Art überflüssig macht. Bei einzelligen Tieren war es nicht möglich, den normalen Tod einzuführen, weil Individuum und Fortpflanzungszelle noch ein und dasselbe waren; bei den höheren Organismen trennten sich somatische und Propagationszellen; der Tod wurde möglich, die unbegrenzte Lebensdauer überflüssig, und der unerbittliche Zuchtwahlprozefs liefs sie wie alles Überflüssige verschwinden.

Aber der Tod ist nur scheinbar, denn er ist nicht vollständig. In dem ewigen Wechsel der lebenden Organismen bleibt aufser dem Schein der Unsterblichkeit auch etwas anderes erhalten. Jene ursprünglichen Zellengenerationen, deren Existenz wir nach dem Satze „Omne vivum ex vivo“ einfach als gegeben annehmen müssen, diese Stammeltern der ganzen lebenden Welt, aus welchen durch Teilung und Differenzierung allmählich die kompliziertesten Organismen hervorgegangen sind, sie sind auch in den zusammengesetztesten Lebewesen als Eizellen und Samenkörper enthalten. Die Geschlechtszellen sind unsterblich; sie haben sich neben der starken amöboiden Beweglichkeit auch die unbegrenzte Vermehrungsfähigkeit, also die beiden wesentlichsten Eigenschaften der einzelligen Organismen erhalten. Und so erscheinen uns im Lichte dieser Theorie alle Organismen des Weltalls nach dem Ausdrucke von Pflüger als „Stamm- und Blutsverwandte“; die Erblichkeit selbst ist nichts mehr als der einfache Ausdruck dieser Kontinuität des Keimplasmas, der normale Tod eine Anpassungserscheinung, eine Aufopferung des Individuums im Interesse der Gattung.





Die Verbreitung ansteckender Krankheiten durch die Mücken.

Von Dr. K. Müller in Potsdam.

Wenn in neuester Zeit die Wissenschaft den Stechmücken oder Moskitos ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet hat, so ist dies darauf zurückzuführen, dafs man unter ihnen Arten entdeckt hat, welche die Überträger mehrerer, dem Menschen recht gefährlicher Krankheiten sind. Wurden diese Tiere bisher nur als aufdringliche und lästige Gäste betrachtet, so ist jetzt mit Sicherheit bewiesen, dafs die in den tropischen Ländern nicht seltene Filariosis, die Malaria und das gelbe Fieber durch den Stich infizierter Moskitos dem Menschen übermittelt werden, dafs diese die Zwischenwirte für die Erreger der vorgenannten Krankheiten sind und diese Krankheitserreger nur dann ihren Entwickelungsgang vollenden können, wenn sie in den Körper der Mücken gelangen.

Als Stechmücken oder Moskitos bezeichnet man die Angehörigen einer Insektenfamilie aus der Ordnung der Zweiflügler. Es sind samt und sonders kleine Insekten von schmächtigem Körperbau, deren Larven und Puppen in stehenden Gewässern leben und unter denen nicht wenige durch ihre Beutegier sowohl Menschen wie Tieren lästig werden. Alle sind mit einem Saugrüssel versehen, der so lang oder länger ist wie der halbe Körper. Derselbe besteht aus einer unvollständigen Scheide, dem Labium, in welcher sechs Stilette liegen. Beim Stechen dringen die sechs Stilette in die Haut ein, während die Scheide draufsen bleibt und sich nach hinten krümmt. Diese hat die Form eines offenen Kanals und ist an der inneren wie äufseren Oberfläche mit Chitinhaut ausgekleidet. An der äufseren Oberfläche ist die Chitinhaut ziemlich dicht, an der inneren dagegen zart.

Eingeteilt wird die Familie der Stechmücken in zwölf Gattungen, von denen zwei hier für uns in Betracht kommen: die Gattung Culex und die Gattung Anopheles. Die Angehörigen beider Gattungen werden kurzweg Mücken genannt, obgleich sie auch für den Laien nicht allzuschwer von einander zu unterscheiden sind. Während

nämlich die Anophelen beim Sitzen ihr Hinterteil aufwärts gerichtet haben, wenden es die Culexarten bei dieser Gelegenheit gerade nach unten und nähern es der Unterlage, auf der sie sitzen.

Die erste Krankheit nun, als deren Überträger die Mücken bekannt geworden sind, ist die Filariosis. Es ist dies ein schweres Leiden der warmen Länder, das eine Reihe sehr verschiedener Symptome darbietet und das durch das Eindringen einer Nematode in den menschlichen Organismus hervorgerufen wird. Diese Nematode, Filaria bancrofti resp. Fil. sanguinis hominis kennt man fast aus allen tropischen Ländern, so aus dem Süden der Vereinigten Staaten, aus Brasilien, Ägypten, Algerien, Indien, China, Japan, Australien u. a. In dem letztgenannten Lande, in Brisbane in Queensland, hat Dr. J. Bancroft 1876 die geschlechtsreifen Weibchen dieses Fadenwurmes beim Öffnen eines Lymphgeschwüres am Arme eines Erkrankten entdeckt, während die Larven desselben schon früher beobachtet waren. Das Weibchen erreicht eine Länge von 70—80 mm, während das Männchen nur etwa 40 mm lang wird.

Der normale Aufenthalt der geschlechtsreifen Tiere sind wohl die Lymphgefäfse. Infolge von Lymphstauungen, die die Filarien hervorrufen, entstehen an verschiedenen Körperstellen, vor allem an den unteren Extremitäten, Geschwülste, die dem Beine ein plumpes Aussehen geben, so dafs es an dasjenige eines Elefanten erinnert (Elephantiasis). Derartige Beulen sollen zuweilen eine wahrhaft gräfsliche Entwickelung annehmen; soll doch beispielsweise im Jahre 1899 im Krankenhaus von Saint-Louis am Senegal ein Neger operiert sein, der eine solche Beule von 42 kg Gewicht trug.

Das Weibchen gebiert lebendige Junge, welche aus den Lymphgefäfsen in den Blutkreislauf gelangen und hier ebenfalls mancherlei Störungen hervorrufen. Eigentümlich ist die zuerst von Manson studierte Erscheinung, dafs man die Larven immer nur in Blutproben findet, die nach Sonnenuntergang von dem Kranken entnommen sind. Die Zahl der in diesen gefundenen Larven ist anfangs gering, steigt dann aber ganz bedeutend bis gegen Mitternacht, um von da ab wieder zu sinken; von Mittag bis zum Abend findet man im Blute der Haut keine Filarien.

Dieses periodische Auftreten der Larven in der äufseren Blutbahn brachte nun Manson, einen englischen Arzt, auf den Gedanken, dafs die Mücken, die ja ihre blutsaugende Tätigkeit auch nachts üben, in inniger Beziehung zur Weiterentwickelung der Filarialarven und somit zur Verbreitung der Filariosis ständen. Und tatsächlich

gelang es ihm auch zu beweisen, dafs die Stechmücke mit dem Blute die Filarialarven aufsaugt, dafs diese dann die Darmwand derselben durchbrechen und sich in den Muskeln ihres Thorax weiter entwickeln, ohne jedoch bis zur Geschlechtsreife zu gelangen. Um erklären zu können, wie sich der Entwickelungszyklus der Filaria vollendet, griff Manson zur Hypothese. Ein grofser Teil der Mücken, besonders der Weibchen, die ja ihre Eier ins Wasser legen, geht in diesem zugrunde. Ihr Leichnam zerfällt, und die bisher in diesen eingeschlossenen Filarialarven werden frei und gelangen ins Wasser, mit dem sie gelegentlich von Menschen verschluckt werden, um in diesen dann ihren Entwickelungsgang zu beschliefsen. Nach und nach wurden bei Manson Zweifel an der Richtigkeit dieser seiner Hypothese rege, und so nahm er denn 1897 im Verein mit Bancroft und Low das Studium der Filarialarven wieder auf, um endgültig Klarheit darüber zu schaffen, wie diese in den Menschen gelangen. Befördert wurde die Lösung dieser Frage besonders dadurch, dafs Grassi und Noè die Entwickelungsgeschichte eines anderen Fadenwurmes, der Filaria immitis, aufdeckten, deren Larven im Blut der Hunde auftreten. Diese werden mit dem Blute von Mücken beim Saugen aufgenommen, verlassen jedoch bald den Mückendarm und dringen in die Malpighischen Gefäfse ein. Hier machen sie eine Reihe von Änderungen durch, häuten sich und durchbrechen am zwölften Tage nach der Infektion der Mücken das bewohnte Organ, wobei sie in die Leibeshöhle gelangen. Mit dieser steht das anfangs erwähnte Labium des Saugrüssels in offener Kommunikation, in welches dann ein Teil der Larven eindringt. Wie schon gesagt, dringt das Labium beim Stechen nicht in die Haut, sondern biegt sich hierbei winklig nach hinten um, doch spaltet sich dabei aus mechanischen Gründen die die Oberfläche desselben überziehende Chitinhaut an ihrer dünnsten Stelle, und die Filarien werden aus dem Labium herausgestofsen. Sie gelangen dabei zwischen Labium und Stilette und finden so die Wunde, die ihnen den Weg in das Blutgefäfssystem öffnet. Die Filarialarven fahren nun fort, sich in dem gestochenen Hund zu entwickeln, werden nach einigen Monaten geschlechtsreif, befruchten sich und fangen an, das Blut ihres Wirtes mit jungen Larven zu bevölkern. Die am Menschen unmöglichen Experimente, so schreibt Grassi, konnten nun an Hunden ausgeführt und wiederholt werden, und waren auf diese Weise ganz sichere Resultate zu erzielen. Die Filaria immitis verbringt ihre Jugendzeit mithin in der Stechmücke, wird geschlechtsreif und reproduziert sich

nur im Hunde. Und ganz entsprechend wird nun auch, so konnte man weiter schliefsen, der Entwickelungsgang der menschlichen Filarialarven vollendet werden. Wie die vorgenannten drei Forscher festgestellt haben, bleiben nämlich diese Larven nicht etwa in den Thoraxmuskeln eingeschlossen. Nach ungefähr 17 Tagen verlassen sie vielmehr ihren Aufenthaltsort, setzen sich in Bewegung und gelangen schliefslich in das Labium des Saugrüssels, von wo aus sie dann wie die Larven der Fil. immitis in den Menschen übergehen, um dort bis zur Geschlechtsreife heranzuwachsen. Der Fadenwurm geht also vom Menschen auf die Mücke über und kehrt dann von der Mücke zum Menschen zurück; das Wasser hat somit mit der Übertragung dieser Krankheit nichts zu tun.

Aufser Culex pipiens können auch gewisse Anophelesarten die Zwischenwirte der Filaria für den Menschen sein. Da sich für die Entwickelung der Hundefilaria nicht nur alle Anophelesarten, sondern auch mehr oder weniger die der Gattung Culex angehörenden Stechmücken eignen, so ergibt sich, dafs für die verschiedenen Filariaarten keine besondere Auswahl ihrer Zwischenwirte existiert. Ein Unterschied für die einzelnen Arten scheint nur in bezug auf die Organe der Moskitos festzustehen — hier die Malpighischen Gefäfse, dort die Thoraxmuskeln —, deren sich dieselben für ihre Weiterentwickelung bedienen.

Dieselbe Rolle, wie bei der besprochenen Krankheit, spielen die Mücken bei der Malaria oder dem Sumpffieber. Diese beginnt bekanntlich ganz plötzlich mit Frostgefühl oder Schüttelfrost. In wenigen Stunden steigt die Temperatur auf 40—41° C., hält sich einige Stunden und fällt dann unter Schweifsekretion rasch wieder ab. Auf einen solchen Anfall folgt eine Pause von ein oder zwei Tagen bis zur Wiederholung, und spricht man demzufolge von einer Tertiana mit Anfall an jedem dritten, von einer Quartana mit Anfall an jedem vierten Tage. Stellt sich das Fieber täglich ein, so haben wir es aller Wahrscheinlichkeit nach, wie wir später noch sehen werden, nicht mit einer einfachen, sondern mit einer doppelten resp. mehrfachen Infektion zu tun, doch soll auch, entgegen der Ansicht vieler Autoren nach Celli im Sommer und Herbst eine wirkliche Quotidiana vorkommen. Unter den Tertianfiebern werden klinisch zwei Modifikationen unterschieden: die milde, im Frühjahr auftretende Frühjahrstertiana und das schwere Sommerherbstfieber, mit welch letzterer Form die tropische Malaria identisch ist. Sie wird auch als maligne oder perniciöse Form bezeichnet, da sich die Anfälle in die Länge ziehen,

also einander nähern und so ein kontinuierliches Fieber erzeugen. Jedenfalls zeigen alle diese Formen, welche in ihrer Gefährlichkeit ganz verschieden sein können, als charakteristische Erscheinung den rhythmischen Verlauf des Fiebers, wenn schon auch Koch in Ostafrika und Niederländisch-Indien bei malariakranken Kindern das gänzliche Fehlen desselben beobachten konnte.

Seit der Entdeckung der Krankheitserreger durch den französischen Militärarzt Laveran im Jahre 1880 weifs man, dafs die Malaria durch die rasche Vermehrung besonderer Parasiten im Blut erzeugt wird. Diese Tierchen, die zur Klasse der Sporozoen gehören, bestehen aus einer einzigen Zelle, und es sind für die Entstehung des Sumpffiebers beim Menschen mit Sicherheit drei Arten nachgewiesen. Es sind dies das Plasmodium malariae, dem man das viertägige, das Pl. vivax, dem das dreitägige und die Laverania malariae, der das Tropenfieber zugeschrieben wird.

Die Malariaparasiten bewohnen die roten Blutkörperchen. Kurz nach der Infektion eines solchen finden wir in demselben den Parasiten in Form eines kleinen Kügelchens, welches allmählich heranwächst und einen immer gröfseren Raum im Inneren des roten Blutkörperchens einnimmt, bis es schliefslich fast die Gröfse desselben erreicht hat. Jetzt beginnt es sich in 9—12 radiär gestellte, birnförmige Körper zu sondern, die sich schliefslich unter Zurücklassung eines Restkörpers, welcher aus unbrauchbaren Substanzen des Mutterkörpers, besonders einem schwärzlichen Pigment u. s. w. besteht, von einander trennen. Indem diese Körperchen, die sogenannten Merozoïten, neue Blutkörperchen angehen, bedingen sie den folgenden Fieberanfall. Der ganze Entwickelungsgang erfolgt bei Plasmodium malariae in 72 Stunden. Die neuentstandenen Merozoïten machen nun denselben Entwickelungsgang ebenfalls innerhalb dieser Zeit durch, und sofort und jedesmal tritt, wenn dieser vollendet ist, ein neuer Fieberanfall auf, daher die regelmäfsige Wiederkehr desselben an jedem vierten Tage. Ist der Mensch am folgenden oder übernächsten Tage nach der ersten Infektion von neuem infiziert worden, ihm also eine zweite Gruppe von Krankheitserregern eingeimpft worden, so wird diese ihren Entwickelungsgang mit entsprechendem Zeitunterschiede von der ursprünglichen vollenden, das Fieber also einen doppelt viertägigen Charakter zeigen. Es wird je zwei Fiebertage geben, die durch einen fieberfreien Tag getrennt sind. Eine dritte Infektion und demzufolge eine dritte Gruppe von Krankheitserregern wird den dreifach viertägigen, d. h. den täglichen Typbus erzeugen. Haben wir es mit

Plasmodium vivax zu tun, so wird der Entwickelungsgang des Parasiten nach 48 Stunden vollendet und dementsprechend an jedem dritten Tage ein Fieberanfall hervorgerufen. Worin die Ursache zu suchen ist, dafs mit der jedesmaligen Vermehrung des Parasiten ein Fieberanfall Hand in Hand geht, ist mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen. Wahrscheinlich wird entweder seitens des angreifenden Parasiten oder der sich zur Wehr setzenden roten Blutkörperchen eine giftige Substanz abgeschieden, die ins Blut gelangt und infolge ihrer Verbreitung durch die Adern auf das Nervensystem einwirkt und so die Fiebersymptome hervorruft.

Der bei der Vermehrung des Parasiten übrig gebliebene Restkörper, welcher, wie schon gesagt, hauptsächlich aus Pigment, den sogenannten Malariakörnern besteht, wird von den weifsen Blutkörperchen aufgenommen, meist in der Milz, der Leber, den Nieren, dem Gehirn u. s. w. deponiert, daher denn jene Organe eine schwärzliche oder erdfahle Farbe zeigen, die bei der Obduktion das Kennzeichen der Malaria ist.

Wie gelangt nun aber der Malariaparasit in das Blut des gesunden Menschen? Niemand konnte vor ungefähr einem Jahrzehnt auch nur mit einiger Sicherheit den Weg angeben, auf dem die Infektion erfolgte, keine der vorgebrachten Hypothesen war im stande, alle gemachten Erfahrungen zu erklären, denn wenn man auch die Existenz von Malariakeimen in der Luft voraussetzte und ihr Eindringen durch die Luftwege annahm, so blieb es z. B. doch rätselhaft, warum die Keime nur in geringer Höhe über dem Boden oder nur in bestimmten Räumen vieler Häuser vorkommen, warum sie nicht überall hin durch Luftströmungen verbreitet werden u. s. w.

Erst die allerneueste Zeit hat hierüber Klarheit gebracht. Mehrere Forscher sind ziemlich gleichzeitig und ganz unabhängig von einander auf die Idee gekommen, dafs auch bei der Malaria die Stechmücken eine Rolle spielen. Die Anschauung, dafs diese das Sumpffieber verbreiten, ist übrigens nicht neu und unter den Eingeborenen der verschiedensten Gegenden schon lange bekannt gewesen; fand doch Koch, dafs die Neger Ostafrikas sogar für Fieber und Stechmücken ein und dasselbe Wort gebrauchen. Doch erst Mansons Untersuchungen über den Entwickelungsgang der Filaria hat die Malariaforschung auf den richtigen Weg gewiesen. Durch diesen Forscher zu eingehender Untersuchung angeregt, gelang es Rofs, den Nachweis zu erbringen, dafs ein Malariaparasit der Vögel seine weitere Entwickelung im Darm einer Stechmücke (Culex pipiens) voll-

zieht, sich dort vermehrt und darauf in die Speicheldrüse übergeht, aus welcher er dann durch den Stich der Moskitoe wieder zu dem Vogel zurückkehrt. Damit hatte die Moskito-Malariatheorie wenigstens für die Malaria der Vögel positive Begründung erfahren und konnte somit ihre Geltung für die Malaria des Menschen als höchst wahrscheinlich angenommen werden. Hier setzten nun Untersuchungen italienischer Forscher, besonders Grassis, ein, dem es nicht nur gelang, diejenigen Moskitoarten (Arten der Gattung Anopheles), welche durch ihren Stich die Malaria auf den Menschen übertragen, nachzuweisen, sondern auch die Entwickelung der Parasiten im Körper der Mücken auf das genaueste zu verfolgen.

Wie oben beschrieben ist, pflanzen sich die Malariaparasiten im menschlichen Blute auf ungeschlechtlichem Wege durch sogenannte Schizogonie fort. Neben den Produkten dieser Fortpflanzung beobachtete man aber im Blut, allerdings erst nach mehrtägiger Krankheitsdauer, noch die sogenannten Halbmonde oder Sicheln, die sich schliefslich zu verschieden gestalteten Gebilden zweierlei Art differenzierten. In ihnen haben wir nun die zur Paarung bestimmten Individuen, die Gameten, vor uns; das eine, kugeliche, ist weiblichen, das andere männlichen Geschlechts. Dies letztere ist aber in Wirklichkeit nicht nur ein Individuum, sondern, um einen an die Blumenhochzeit erinnernden Ausdruck zu gebrauchen, ein Antheridium, aus dem 4, 6 auch 7 männliche Elemente hervorgehen können.

Die Paarung geht nun niemals im Blut des Fieberkranken vor sich, sondern ausschliefslich im Darm des Moskitos; gelangen die Gameten nicht dorthin, so gehen sie im Blute des Menschen zugrunde. Im anderen Falle, wenn sie also rechtzeitig in den Körper der Mücke gekommen sind, vereinigen sich die männlichen mit den weiblichen Gameten, vorausgesetzt allerdings, dafs diese bei dem Übergang in den Magen der Mücke keine zu starke Temperaturerniedrigung erfahren, da sie sonst von ihrem neuen Wirte verdaut werden. Aus der Verschmelzung geht ein rundlicher Körper hervor, der sich alsbald in ein bewegliches Würmchen verwandelt, welches nach kurzer Zeit den Magenraum verläfst und sich in der Magenwand einnistet. Hier wächst es gewaltig heran und wird zu einem schon mit blofsem Auge erkennbaren kugeligen Gebilde (Amphiont), das, ausgewachsen, im Innern aus Tausenden von verlängerten Spindeln besteht. In einem gewissen Moment berstet dieses auseinander und entleert die Sporozoiten genannten, sehr beweglichen Spindeln in die Leibeshöhle seines Wirtes. Auf Grund eines wunderbaren Gesetzes sammeln sich,

etwa 12 Tage nach der Infizierung, die Sporozoiten in den Speicheldrüsen, vielleicht angezogen durch eine eigentümliche, von diesen letztern abgesonderte Substanz. Wenn die Mücke jetzt sticht, entleert sie mit dem Speichel auch die Sporozoiten in die Wunde. Während diese nun im Körper der Tiere zugrunde gehen, vermehren sie sich in dem des Menschen und beginnen auf diese Weise die ungeschlechtliche Generation. Die Malariaparasiten des Menschen machen also einen Generationswechsel durch und bedürfen zur völligen Entwickelung zweier verschiedener Organismen; die ungeschlechtliche Entwickelung geschieht im Blut des Menschen, die geschlechtliche im Körper von Anophelesarten. Die Übertragung auf den Menschen geschieht ausschliefslich durch den Stich von Anopheles, die in ihren Speicheldrüsen reife Sporozoïten der entsprechenden Plasmodien beherbergen und die Infektion der Anopheles ausschliefslich durch Saugen am Körper malariakranker Menschen. Ein Anopheles, der keinen Malariakranken gestochen, oder wenn diee geschehen, selbst noch ohne infizierte Speicheldrüsen ist, kann die Malaria nicht übertragen.

Die Anophelesarten, deren Larven hauptsächlich in kleinen, oft austrocknenden Tümpeln leben, suchen gewöhnlich nachts die Behausungen der Menschen auf, fliegen niemals hoch, sondern halten sich mit Vorliebe wenige Meter über dem Erdboden auf. Die im Herbst befruchteten Weibchen überwinern an geschützten Stellen im Freien oder in Häusern, Kellern, unter Treppen, in Ställen, Scheunen u. s. w. und sind die Erzeuger der ersten Generation des nächsten Jahres. Jedenfalls erklären sich aus der Lebensgeschichte dieser Tiere zahlreiche, bisher unverstandene Erfahrungen, die die Malaria betreffen.

Wie die Zitronenbäume neue Blüten neben den Früchten zeitigen, so begann, schreibt Grassi, während die Lösung des Malariaproblems reifte, auch schon die des gelben Fiebers zu keimen.

Das gelbe Fieber, der Tropentyphus oder vomito negro, ist bekanntlich die schwerste der Krankheiten, die in den tropischen Ländern wüten. Gewöhnlich beginnt dieses Leiden mit sehr heftigem Kopfweh und Fieber, dann tritt Übelkeit und Erbrechen hinzu, das von einer schmerzhaften Empfindung in der Magengegend begleitet wird. Diese erste Periode dauert drei bis vier Tage. Danach erfolgt Erbrechen schwarz gefärbten Blutes, während gleichzeitig mehr oder weniger stark ausgeprägte Gelbsucht auftritt. Der Kranke wird, wenn nicht Genesung eintritt, in der Zeit vom vierten bis zum achten Tage dahingerafft.

Die Hypothese, dafs auch das gelbe Fieber durch Moskitos verbreitet werden könnte, existiert schon seit Jahren und wurde von Finlay aufgestellt. Aber erst in neuster Zeit fand sie eine derartige Bestätigung in experimentellen Tatsachen, hauptsächlich durch die Beobachtung Reeds, Carrols und Agramontes, dafs man mit absoluter Gewifsheit behaupten kann, dafs das gelbe Fieber ausschliefslich durch Stechmücken verbreitet wird. Der Krankheitserreger ist, da der Sanarellische Bazillus nicht mehr als solcher gelten kann, unbekannt, aber die Tatsache, dafs zur Übertragung der Krankheit eine Periode von zwölf oder mehr Tagen nach Aufnahme des infizierten Blutes vnn seiten der Stechmücke nötig ist, d. h. also eine gleiche Periode, wie sie die Malariaparasiten innerhalb des Anopheleskörpers brauchen, um in die Speicheldrüsen zu gelangen, die Tatsache ferner, dafs das gelbe Fieber sich nur durch die Moskitos verbreitet, lassen vermuten, dafs es sich um einen Parasiten handelt, welcher von dem der Malaria nicht sehr verschieden ist. Diese Verbreitungsweise erscheint, so schreibt Grassi, um sn mehr einleuchtend, als die Moskitos, mit welchen man bis jetzt die Infektion erzielt hat, in Europa nicht vorkommen. Auf alle Fälle kann man annehmen, dafs sich das gelbe Fieber nicht durch die gewöhnlichen Stechmücken (Culex pipiens) noch durch die Malariastechmücken (Anopheles) zu verbreiten vermag. Diese Umstände sind von sehr grofsem Interesse, da hierdurch die sonderbare Beschränkung der geographischen Verbreitung des gelben Fiebers aufs schlagendste erklärt wäre. Als Verbreiter des gelben Fiebers wird Culex fasciatus bezeichnet.

Zur experimentellen Feststellung der angeführten Tatsachen hatte man im November 1900 in der Umgegend von Quemado auf Cuba auf einem unbebauten, gesunden und trocknen Terrain eine Art Sanitätslager aufgeschlagen, das aus 13 Personen, darunter 2 Ärzte, bestand. Alle waren junge, kräftige, gesunde Menschen, die vorher einer sorgfältigen Quarantäne unterworfen, somit also frei vnn etwaigen Ansteckungskeimen des gelben Fiebers waren. Das Lager war schliefslich noch von einem Sanitätskordon umgeben. Die Ärzte hatten zu ihrer Verfügung eine Sammlung lebender Stechmücken, die vor kürzerer oder längerer Zeit an gelbem Fieber erkrankte Personen gestochen hatten; des weiteren führten sie aus Fieberlazaretten stammende, verunreinigte Bettwäsche mit sich. Das Ergebnis der Versuche ist oben bereits geschildert: alle in den passenden Fristen, d. h. 12 Tage nach der Infektion der Mücken vnn diesen gestochenen Personen, von denen übrigens keine an den Versuchen, zu denen sie sich frei-

willig erboten hatten, gestorben ist, erkrankten am gelben Fieber. Anderseits blieben alle diejenigen gesund, welche sich den bis dahin für ansteckend geltenden Ursachen ausgesetzt hatten, z. B. in einem Zimmer mit mangelhafter Ventilation bei feuchtwarmer Temperatur von 33° auf der von Fieberkranken verunreinigten Bettwäsche schliefen Somit war also unzweifelhaft festgestellt, dafs das gelbe Fieber durch die Mücken verbreitet wird, dafs diese sich infizieren, indem sie das Blut der von dieser Krankheit befallenen Menschen aufsaugen. Wenn auch der Krankheitserreger selbst bis heut noch nicht ermittelt ist, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, dafs er im Körper der Mücken einen Teil seines Entwickelungsganges durchmacht, und dafs dieser Parasit, wie schon gesagt, dem der Malaria nicht unähnlich ist.

Wie wir gesehen haben, sind es also bei allen drei Krankheiten, der Filariosis, der Malaria und dem gelben Fieber die Mücken, welche die Übertragung auf den Menschen vermitteln, während anderseits die Mücken wieder dadurch, dafs sie das Blut erkrankter Menschen aufsaugen, infiziert werden. Mit dieser Erkenntnis waren nun die Wege gewiesen, die einzuschlagen sind, um die Verbreitung dieser drei Krankheiten zu verhindern. Man mufs nach Möglichkeit verhüten, dafs der Mensch durch Mücken gestochen wird, zu welchem Zweck man zu den Moskitonetzen sowie zu Drahtgittern vor Fenstern und Türen seine Zuflucht genommen hat. Grassi hat gerade dieses Mittel in den von der Malaria heimgesuchten Gegenden Italiens mit grofsem Erfolge durchgeführt. „Das von mir in der Umgebung von Paestum an mehr als hundert Personen gemachte Experiment, welches mit allen nur wünschenswerten Vorsichtsmafsregeln ausgeführt wurde, hat in schlagender Weise dargetan, dafs es genügt, sich vor den Anophelesstichen zu schützen, um sich erfolgreich vor Malaria zu bewahren.“

Ein zweites Mittel, dafs gegen die genannten Krankheiten ins Feld geführt wird, besteht in möglichster Vernichtung der Mücken, dadurch, dafs man die Umgebung menschlicher Wohnungen möglichst trocken legt, alle Ansammlungen stehender Wässer hindert, oder sie durch Hineingiefsen von Petroleum für die Entwickelung der Mückenlarven untunlich macht. Schliefslich mufs man danach trachten, die Mücken vor Ansteckung zu schützen, indem man verhindert, dafs sie Erkrankte stechen und sich so infizieren. Welche Erfolge durch zweckmäfsige Anwendung dieser drei Mittel erzielt werden können, ist bisher ja hauptsächlich nur in Italien im Kampfe gegen die Malaria und unter der sachgemäfsen Leitung Grassis erprobt worden, mit so

gutem Erfolge aber, dafs der vorgenannte Forscher so manche unbebaute Steppe, die lediglich der Malaria wegen gemieden wurde, in wenigen Jahren schon in fruchtbares Feld mit blühenden Dörfern umzuwandeln hofft. Und was hier für Italien erhofft wird, das, so wollen wir wünschen, mag auch da gelingen, wo das gelbe Fieber bisher Tausende von Menschen alljährlich dahinrafft, wo die Filaria so manches Opfer fordert. Mögen die Tropen so eines ihrer furchtbarsten Schrecken entkleidet werden und die Kolonien in den warmen Ländern dadurch für uns zu wirklichen Quellen der Fruchtbarkeit und des Reichtums werden.





Die Höhlenwelt von St. Canzian.

Von Dr. P. **Schwahn** in Berlin.

(Schlufs.)

Unsere Darstellung der Rekawunder würde unvollständig sein, wenn wir nicht mit ein paar Worten der Männer gedenken, die zähe und unerschrocken, modernen Argonauten gleich, zuerst den Kampf mit den wilden Elementen und der Finsternis wagten, deren Energie wir die Erschliefsung dieser Höhlenwelt zu danken haben.

Die früheren Jahrhunderte vergingen, ohne dafs man auf dem nächtlichen Strom über das Portal hinaus vordrang. Es war schon eine Leistung, wenn ein Bauer oder Taubenjäger es wagte, bis in den Grund der grofsen Dolina hinabzusteigen. Der erste, welcher die unterirdischen Gewässer befuhr, war, wie schon erwähnt, der Triester Brunnenmeister Svetina (1840). Dafs er nicht weit kam, ist begreiflich. Erst 1850 beginnt die Geschichte der planmäfsigen Entdeckungsreisen. In diesem Jahre wurde Dr. Adolf Schmidl aus Wien beauftragt, den unterirdischen Lauf der Reka zu untersuchen, weil der Flufs der Stadt Triest zur Versorgung mit Wasser dienen sollte. Mit vier Bergknappen aus Idria und anderen mutigen Männern machte er sich an die Arbeit; es gelang ihm auch bei dem niedrigen Wasserstand des Winters 1851 bis zum sechsten Fall, also bis zum Ende des Svetinadomes vorzudringen. Hier aber machte eine plötzlich eintretende Hochflut ein weiteres Fortkommen unmöglich. Die Männer mufsten ihre Boote im Stiche lassen und entrannen der Gefahr des Ertrinkens nur mit äufserster Mühe, indem sie längs der steilen Felsufer kletternd wieder das Tageslicht erreichten.

Dreiunddreifsig Jahre verflossen, ohne dafs wieder einmal von den Menschen der Versuch gemacht wurde, an dem schwarzen Schleier zu rühren, welcher das Geheimnis des acherontischen Stromes verhüllte. Da im Jahre 1884 wurden von einem Häuflein kühner Grottenforscher auf Veranlassung der Sektion Küstenland des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins die unterirdischen Entdeckungsfahrten wieder

aufgenommen, und zwar diesmal mit einem Heroismus und einer Tatkraft, welche aufrichtige Bewunderung herausfordern und in der Geschichte der alpinen Wagnisse als glänzendes Beispiel dastehen. Die Namen dieser Pioniere der Unterwelt sind: Anton Hanke, Joseph Marinitsch, Friedrich und Heinrich Müller, Carl Hoffmann und einige mehr. Durch Beschaffung vorzüglicher Geräte, wie zusammenstellbaren Holzleitern, Strickleitern, zerlegbaren Booten, aller Arten von Tauen, von Balken, Fackeln und Leuchten, wurden dieselben von der Sektion in den Stand gesetzt, sich an die Lösung der grofsen Aufgabe zu wagen. Schon das Herabschaffen dieses Materials in die grofse Dolina bis an das Ufer der Reka erforderte viel Anstrengung, da es zur Winterszeit geschah, wo die Wände mit Glatteis bedeckt waren und die Reisenden bei der ansässigen Bevölkerung keine Unterstützung fanden. Kein Bauer der Umgebung hätte es gewagt, sie bei diesem Unternehmen zu begleiten.

Am 30. März wurde das Boot unter grofsen Schwierigkeiten — damals gab es ja in dieser Höhlenwelt weder Weg noch Steg — von der heutigen Schmidl-Grotte nach dem Rudolfdom befördert und den tosenden Fluten der Reka anvertraut. Man gelangte auf demselben nach aufserordentlichen Anstrengungen in die grofse Halle, welche dem früheren Reisenden zu Ehren Svetina-Dom getauft wurde. Die Schnellen und Katarakte bis zu diesem Raume waren glücklich bezwungen, nun aber kam man zum sechsten Wasserfall, dem mächtigsten von allen, welcher schon der Schmidlschen Expedition ein Ziel gesetzt hatte. Der ungünstige Wasserstand verbot damals, es mit diesem gefährlichen Gegner aufzunehmen. Immerhin diente dieser erste Vorstofs als Rekognoszierungsfahrt. Die Reisenden erblickten bei dem grellen Lichte ihrer Magnesiumlampen auf dem rechten Ufer des Falles einen hohen Felsen, den sie Lorelei-Felsen tauften und später als Operationsbasis wählten. Auch wollte das Auge erst an den Anblick der wütenden Gewässer, das Ohr an ihren gewaltigen Donner gewöhnt sein, ehe man sich mit dem Gedanken vertraut machen konnte, diesen Cerberus der Unterwelt eines Tages zu überwinden.

Im Herbst des Jahres 1884 trat niedriger Wasserstand ein. Am 9. November konnten die Grottenforscher abermals ans Werk gehen, jetzt mit dem eisernen Willen, das schwierige Unternehmen zu lösen. Auch bei den Bauern hatten sie durch die bisherigen Erfolge Vertrauen gewonnen; sechs derselben fanden sich bereit, an den Arbeiten teilzunehmen. Drei Boote wurden im Rudolfdom zu Wasser gelassen. Hanke befand sich im ersten, Müller folgte im zweiten. Um sich

gegenseitig besser verständigen zu können, hatte man die Boote durch ein Schlepptau verbunden. Aber auch so reichte die menschliche Stimmkraft gegenüber dem gewaltigen Tosen des Stromes nicht aus; alle Aufträge mufsten durch Hornsignale übermittelt, jeder Schritt in die ewige Nacht durch künstliche Beleuchtung erkämpft werden. Als



Abstiegpfad zu den Höhlen.
Aufgenommen von M. Schäber in Adelsberg.

drittes und letztes Boot trat das Hauptschiff, die „Reka„ in Aktion, vollbeladen mit Menschen und den für die unterirdische Argonautenfahrt notwendigen Requisiten.

Da erscholl durch die Nacht ein Hornsignal und verkündete, dafs Hanke als erster glücklich beim sechsten Wasserfall angelangt war. Bald waren auch die übrigen kühnen Pioniere daselbst ver-

sammelt, und bei dem damaligen niedrigen Wasserstand gelang es ihnen, zu Fufs bis zum Lorelei-Felsen vorzudringen. Auf demselben wurde kurzer Kriegsrat gehalten und die Rollen verteilt, dann ging es an die Arbeit. Eisenpflöcke werden in den Fels getrieben, um daran die Strickleitern zu befestigen. Am Wasserfall klingt der Meifsel, ungezählte Male fällt der Hammer auf ihn nieder, während die Reka ihr brausendes Konzert daneben vollführt. Marinitsch ist inzwischen mit den Vorbereitungen zu einem Brückenschlage über den Strom beschäftigt, der zur leichteren Herabschaffung des Materials dienen soll. Mitgebrachte Feuerleitern finden für diesen Zweck Verwendung, sie schaffen nur einen schwankenden Steg über den Rücken des ungeberdigen Flusses.

Endlich ist alles Nötige für die Überwindung des Wasserfalls vorbereitet. Nun gilt es ein Doppelboot über den sieben Meter tiefen Strudel herabzulassen. Eine Strickleiter von 10 m Länge wird an dem Eisenpflock befestigt; senkrecht fällt sie gegen den Flufs ab und erreicht unten einen winzigen Vorsprung, der gerade Halt genug für einen Fufs bot, immer aber noch einen Meter über dem Strom lag.

Hanke, der bei der Entdeckungsreise stets voraus war, steigt auf der Leiter, das Seil um den Leib geschlungen, zuerst in die Tiefe. „Atemlos sehen wir übrigen“, so erzählt Friedrich Müller,*) „ihm nach in den finsteren Kessel. Zischend und brodelnd gährt es da unten; die erregte Phantasie läfst uns glauben, der Flufs würfe mit doppelter Gewalt seine Fluten in die Enge, um den unentweihten Ort zu schützen vor den kecken Eindringlingen. Wohl alle beschleicht ein Gefühl, ähnlich wie es der junge Soldat empfindet, wenn er zum ersten Male den Donner der Kanonen und das Pfeifen der Kugeln in heifser Feldschlacht hört.“

Während man oben auf dem Felsen in banger Sorge harrt, ertönt plötzlich das Hifthorn aus der dunklen Tiefe und verkündet, dafs der Führer glücklich auf der Felsplatte Fufs gefafst hat. Endloser Jubel, dann machte man sich daran, das Boot an drei Stricken über den Sturz hinabzulassen. Hanke soll es unten in Empfang nehmen. Sein Posten ist ein gefährlicher, denn der eine Fufs schwebt über dem Wasser, der andere ruht auf der winzigen Platte; die eine Hand umklammert die Strickleiter, die andere soll den Stapellauf leiten. Nach vieler Mühe gelingt es endlich, das Boot über den Fall hinabzubringen; wenn auch halb mit Wasser angefüllt, schaukelt es unten

*) Friedrich Müller: Führer in die Grotten und Höhlen von St. Canzian, Triest, 1887.

auf dem erregten Element, kaum zwei Meter vom toeenden Fall ent-entfernt. Ein Hornsignal verkündet das Gelingen der siebenstündigen Arbeit; ein Hurrah vom Gipfel des Felsens antwortet darauf. Freudig erregt klettert nun die Gesellechaft auf der dem Boote zugewandten Seite des Loreleifelsens hinab. Der Stapellauf war glücklich vollzogen, nun galt es, weitervordringen in die unerforschte Nacht hinein.



Partie in der grofsen Doline.
Aufgenommen von M. Schäber in Adelsberg.

Die Schwimmer werden hervorgeholt, um die Richtung, besonders aber die Stärke des abfliefsenden Flusses zu untersuchen. Es sind dies Korkplatten mit aufgeeeetzten Lichtern, die an einer Leine der Flut überlaseen wurden und mit rasender Geschwindigkeit gleich gespenstischeu Irrwiechen im Reiche der Schatten forttrieben. Ihre kreisende Bewegung deutete das Dasein von Flutungen an, ihr

plötzliches Verschwinden in die Tiefe brachte den Grottenfahrern die Gewifeheit, dafe ein gefährlicher Katarakt in der Nähe sei. In dieser Weise wurde das Fahrwasser erkundet, und nachdem man sich überzeugt hatte, dafe der Strom unterhalb des sechsten Falles kein zu reifsendes Gefälle hatte, wurde das Boot abgelassen. Hanke allein bestieg es, während die anderen vorläufig zurückblieben. Bald verkündeten jedoch Hornsignale, dafe er einen günstigen Landungsplatz gefunden, und nun wurde die ganze Expedition dorthin übergesetzt.

In stummer Erwartung harrten die übrigen der kommenden Dinge, nur Friedrich Müller allein unternahm es, über Klippen und Wassertümpel in die Finsternis einzudringen. Es gelang ihm, einen Hügel zu erklettern, der eine Orientierung ermöglichte; hier hörte er auch das Brausen des siebenten und achten Rekafalles. Als er auf dem Gipfel des Hügels, fünfzig Meter über dem Strom, das Magnesiumfeuer anzündete, bot sich ein wunderbarer Anblick dar. Wie ein Grottengespenst bewegte sich seine Schattengestalt, riesenhaft vergröfsert, über die Wasser gegen das Gewölbe hinauf. Die Räume, welche bisher keines Menschen Fufe betreten hatte, leuchteten zum ersten Male im Glanze des Lichtes, und gleichsam als ob sie sich freuten, der ewigen Finsternis entrissen zu sein, strahlten die Tropfsteingebilde an den Decken und Wänden wie Tausende von funkelnden Diademen den Eindringlingen entgegen. Den Eindruck schildert Müller mit den Worten: „Dieses Stück Unterwelt in dem starren Glanze der Kalkspatkristalle glich einer von Nordlichtern überstrahlten Polarnacht.“

An jenem für die Erschliefsung der Canzianer Grottenwelt bedeutungsvollen Tage gelangten die Forscher nur bis zum siebenten Fall. Der elfstündige Kampf mit dem Wasser, mit den Felsen und der Finsternis hatte ihre Kräfte bis auf das äufserste erschöpft; man sah sich zur Rückkehr gezwungen. Der Erfolg aber war gesichert, denn der sechste Fall, dieser gefährliche Cerberus der Unterwelt, war bezwungen.

Im Jahre 1885 und den folgenden Jahren haben die wackeren Pioniere ihre Entdeckungsreisen fortgesetzt. Sie gelangten in den Müllerdom, sie erschlossen dann weiter eine lange Flucht von Hallen, Klammen und seeartigen Erweiterungen des Flusses, bis schliefslich der mächtige Alpenvereinsdom mit dem achtzehnten Katarakt dem weiteren Vordringen ein Ziel setzte. Was dahinter liegt, ist vorläufig noch unbekannt; es ist auch noch räteelhaft, auf welchem Wege die

Reka bis zum Meere gelangt. Ist der Timavo bei Schlofs Duino an der Adria ihr Abflufs, so würde bis dahin ihr unterirdischer Lauf in der Luftlinie gegen 40 Kilometer betragen, während doch bisher nur ein Kilometer erforscht ist. Wie mag sich dieser Lauf gestalten? Werden neue stolze Hallen sich öffnen, oder wird der Strom unter Felsen verschwinden? Schwerlich dürfte das Geheimnis dieses verhüllten Wasserlaufes jemals enträtselt werden. Man hat gehofft, dafs man am Grunde anderer unterirdischer Hohlräume des küstenländischen Karstes dem verschwundenen Strom wieder begegnen werde, man ist tief hinabgestiegen, beispielsweise in das Schlangenloch bei Divača, in der Meinung, man werde dort auf Wasser stofsen, aber alle diese einschlägigen Forschungen haben sich als trügerisch erwiesen. Wohl mögen die übrigen Höhlungen mit der Reka in Verbindung stehen und von ihrem Wasser, wenigstens teilweise, geschaffen worden sein, aber im Laufe der Jahrtausende hat sich der Strom tiefer und tiefer in den Kalkfels eingegraben. Das Wasser ist aus ihnen gewichen, ähnlich wie es aus der Schmidl-Grotte und aus der gewaltigen Tominz-Grotte verschwunden ist, die sich an der nördlichen Wand der grofsen Dolina befindet.

Wer Stalagmiten und andere Launen der Tropfsteinbildung bewundern will, der wird nach der Rückkehr aus den Wasserhöhlen von St. Canzian dieser Tominzgrotte einen Besuch abstatten. In der Lehmschicht ihres Bodens hat man in mäfsiger Tiefe allerhand prähistorische Funde gemacht und Knochenreste aufgedeckt, ein Beweis dafür, dafs diese Höhle schon in der Vorzeit trocken lag und dafs die Steinzeitmenschen sich in ihr häuslich niedergelassen hatten.

Verlassen wir jetzt den Schauplatz dieser Welt der Wunder und Seltsamkeiten und wenden uns zurück nach Divača. Gregor Siberna, der eine wahre Maulwurfstätigkeit in der dortigen Gegend entfaltet hat, erwartet uns daselbst, um uns neuen, überraschenden Schaustücken entgegen zu führen. Er will uns nach den prachtvollen, ja einzig dastehenden Tropfsteinhallen leiten, welche den Namen „Kronprinz Rudolf-Grotte“ führen. Sie sind von ihm im Jahre 1884 entdeckt worden. Siberna ist stolz darauf, und in der Tat hat er einen kostbaren Fund gemacht, für den die Gemeinde Divača sich dem Manne dankbar erweisen sollte. Aber Undank ist nun einmal der Welt Lohn; diese alte Weisheit glaubt unser Führer auch an sich erfahren zu haben. Mit Vorliebe bezeichnet er sich in der Unterhaltung als „den gröfsten Lump von Divača“, der den Fremden nachlaufen mufs, um ein paar Kreuzer zu verdienen.

Unser Weg führt uns über den Bahnhof von Divača nach Westen am Geleise der Istrianer Staatsbahn entlang. Nach halbstündiger Wanderung treffen wir auf eine kleine Doline, an derem Grunde ein hölzernes Pförtchen den Zugang zur Kronprinz Rudolf-Grotte vermittelt. Dafs wir auch hier wieder die unterirdischen Räume durch



Wegarbeiten in der Tominzgrotte.
Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.

eine Doline betreten, ist sehr natürlich. Wo nämlich die Decke eines Hohlraumes in die Tiefe gebrochen ist, hat sie mit ihrem Bruchmaterial einen grofsen Teil des Schachtes erfüllt, und an der Oberfläche entstanden jene gerundeten, trichterförmigen Einsenkungen, eben die Dolinen, an deren Wänden sich meist die schwarzen Portale zu den Verliesen der Unterwelt öffnen.

Wir haben die hölzerne Schranke passiert und befinden uns nun abermals im Reiche der Nacht. Wiederum spenden Kerzen ihr spärliches Licht, und neugierig spähen wir in die Schatten, in denen sich der Pfad verliert. Tiefer und tiefer dringen wir ein in die nächtlichen Hallen, wo alles Leben erlischt. Totenstille erfüllt die Räume,



Tropfsteinbildungen in der Kronprinz-Rudolf-Grotte.
Aufgenommen von Francesco Benque in Triest.

kein Wasserfall verkündet, wie in den Rekahöhlen, die Anwesenheit eines unterirdischen Stromes.

Der Führer zündet das Magnesiumfeuer an und grelles Licht flutet durch das Schattenreich. Wir befinden uns in einem gewaltigen Dom und überschauen seine gleißenden Wände bis hoch hinauf zu der mit steinernen Festons der Stalaktiten gezierten Decke. Was hier die

Kunstfertigkeit der Natur zum Erstaunen des Besuchers an herrlichen Werken vorführt, ist schwer zu schildern. Da stehen Hunderte von Säulen in den kolosealsten Dimensionen und von allen Farbenstufen zwischen dem blendensten Weifs und Braunrot, da hängen von der Decke herunter Gebilde, welche eine täuschende Ähnlichkeit mit Vorhängen, Draperien und Teppichen haben. Der Faltenwurf ist so vollendet, dafs man ein Werk von Menschenhand vor sich zu haben meint, und das ganze Gebilde so durchsichtig, dafs sich die Streifen von rötlicher Farbe deutlich erkennen lassen, die gleich einer Bordüre den gelbweifsen Fond umsäumen. Auch merkwürdige zeltartige Sinterbildungen springen aus den Wänden hervor. Die Phantasie der Führer hat ihnen allerhand Namen gegeben, wie etwa „Baldachin des türkischen Sultans" oder „Thronsessel" eines exotischen Herrschers. Die sogenannte „Schatzkammer" der Kronprinz Rudolf-Grotte ist voll von solch merkwürdigen Naturspielen, die der fallende Tropfen in Jahrtausende langer Arbeit geschaffen hat. Oft haben sie täuschende Ähnlichkeit mit den organischen Gebilden der Oberwelt. Da sehen wir steinerne Kobolde, Drachen und Sphinxe, Löwen und Greifen und anderes steinernes Getier, da finden wir an den Wandungen zarte Korallen, die Blumenkelchen, Federkronen und Blütenstengeln gleichen. Eine eingehende Beschreibung all der Eindrücke, die wir empfangen, würde hier nichts nutzen. Mag ein jeder selbst in diese Kunstgalerie der Unterwelt hinabsteigen und die Wunderdinge anstaunen, welche die Allmeisterin Natur hervorgezaubert hat. Es ist ein labyrinthisches Wirrsal von Gängen und Hallen, die wir durchschreiten müssen, ehe wir wieder den Ausgang der Kronprinz Rudolf-Grotte erreichen. Sie ist gegen 600 m lang, doch fällt sie nur in mäfsige Tiefe ab. Freilich in allen Teilen ist auch sie noch nicht erforscht; finstere Schachte, in die man hier und dort hineinblickt und in die hinabzusteigen noch kein Mensch gewagt hat, mögen in tiefere Stockwerke führen.

Unweit der Kronprinz Rudolf-Grotte in der Nähe des Dorfes Corgnale liegt noch ein weiterer Höhlenkomplex. Auch er birgt grofsartige Tropfsteinbildungen, vermag aber nicht die Einbildungskraft in gleicher Weise anzuregen wie die vorhin geschilderte Tropfsteinhöhle. Wir unterlassen daher die Beschreibung dieser „Grotte von Corgnale" und wollen nur noch auf eine Merkwürdigkeit hinweisen, welche auch denjenigen in Erstaunen setzen wird, der vielerlei gesehen auf dem weiten Erdenrund.

Etwa 20 Minuten von Divača entfernt, in der Nähe des Treff-

punktes der Istrianer Staatsbahn und Südbahn, öffnet sich im Erdboden ein Schacht von scheinbar unermefslicher Tiefe. Es ist die slavische Kacna Jama, zu deutsch das „Schlangenloch". Dasselbe vermittelt den Zugang zu einer sich kilometerlang erstreckenden, bis jetzt noch wenig durchforschten Höhlenwelt. Der Bahnhof von Divača ist darauf erbaut, die schweren Züge der Südbahn rollen darüber hinweg, ohne dafs die von der Natur geschaffenen Widerlager wanken. Immer mehr gewinnt die Vorstellung Boden, dafs die feste Erddecke in diesem Karstgebiete nichts anderes ist, als eine Aufeinanderfolge von Gewölbedecken und Felsenbogen, von solcher Mächtigkeit freilich, dafs Erdsenkungen und damit zusammenhängende Einsturzbeben nur äufserst selten eintreten. Wenn es in den Küstengegenden der Adria rumort, was ja häufig vorkommt, ist meist nicht der Zusammenbruch unterirdischer Hohlräume daran schuld, sondern der Umstand, dafs die Erdrinde daselbst jüngere Brüche aufweist, an denen noch fortdauernd Umlagerungen der Bruchschollen stattfinden.

Wer in den Schlund der Kacna Jama hinab will, der mufs über ein gutes Mafs von Unerschrockenheit und über starke Nerven verfügen, ganz abgesehen davon, dafs er Talent zum Klettern besitzen mufs.

Ist man ein kurzes Stück über Felsen und eingehauene Stufen gekrochen, dann geht es abwärts in den grauenhaften Schlund, und zwar auf Strick- und Holzleitern an teils senkrechten, teils überhängenden Wänden. Hundert Meter tief mufs in dieser Weise Stufe für Stufe des Leiterweges zurückgelegt werden, oben und unten der gähnende Abgrund — wahrlich ein Unternehmen, dem gegenüber das Erklimmen eines Dolomitriesen als ein Kinderspiel erscheint. Es kommt hinzu, dafs man den häufig eintretenden Steinschlägen bei dieser Kletterpartie nicht ausweichen kann, während es der Bergsteiger meist in der Hand hat, derartige gefährliche Stellen zu vermeiden.

Nach hundert Metern kommt erst die eigentliche Grubenfahrt. Man mufs nun in einen Förderkorb steigen und sich vermittelst einer Winde in die weitere Tiefe abseilen lassen. Zwei Männer arbeiten oben an dem Haspel; ihnen und der Haltbarkeit des Seiles, das hier keine polizeilichen Prüfungen durchzumachen hat, ist das Leben anvertraut. Der Schacht, durch welchen die Abfahrt erfolgt, ist kaum mehr als 5 bis 6 m breit. Um unliebsame Berührungen mit den Felsenzacken zu vermeiden, mufs der Grottenfahrer daher das Leitseil ergreifen und den Korb geschickt an Ecken und Kanten vorbei in die finstere Tiefe hinabdirigieren.

Ist man in dieser Weise 60 m in den engen Schlot abwärts geschwebt, so beginnt eine wahre unterirdische Luftschiffahrt. Man erreicht die Decke eines gewaltigen Domes, der 52 m Höhe hat, und mufs in denselben ganz frei abfahren, so dafs die ganze Fahrt mit dem Haspel 112 m beträgt. Die Landung erfolgt schliefslich auf einem Trümmerberg in einer Tiefe von 212 m unter dem Erdboden. Der Grund der Höhle ist aber noch immer nicht erreicht, denn dicht neben dem Geröllberg gähnt ein neuer Schlot von 40 m Tiefe.

Die Kacna Jama ist ebenfalls von Gregor Siberna entdeckt worden. Dieser Höhlenfinder hat auch zuerst die halsbrecherische Kletterei in ihren Schlund gewagt. Als er aber das, was er dort unten gesehen, schildern sollte, war er begreiflicherweise nicht imstande, die wissenschaftliche Neugier der Höhlenforscher zu befriedigen, geschweige denn die Frage zu beantworten, ob etwa die Reka am Grunde der Höhle wieder angetroffen wird. Diese naheliegende Vermutung gab die Veranlassung zu einer genaueren Durchforschung des „Schlangenloches“, durch Bergrat Hanke, einen der Triumviren der Höhlenwelt von St. Canzian. Es zeigte sich dabei, dafs der oben erwähnte Dom eine ganz kolossale Längenausdehnung besitzt, nämlich sich nahezu einen Kilometer weit unter der Südbahn und dem Bahnhof von Divača hinzieht. Deutlich vernahm Hanke in der Grotte das dumpfe Rollen der oben verkehrenden Eisenbahnzüge.

Den ganzen Höhlenkomplex vermochte der kühne Pionier freilich nicht zu durchforschen. Seitengänge, die in noch unbekannte Regionen führen und so eng sind, dafs ein Mensch sie nur kriechend passieren konnte, wurden mehrfach angetroffen. Die mächtige Halle selbst erwies sich als eine sogenannte trockene Höhle mit auffallend geringer Stalagmitenbildung. Ihr Boden besteht aus Steinen, Sand und Lehm, verläuft anfangs eben, fällt aber dann steil zu einem Wasser ab. Die hier abgelassenen Schwimmer wurden fortgetragen, bekundeten also das Dasein eines unterirdischen Flufslaufes. Ob derselbe mit der Reka identisch ist, wagt Hanke nicht zu entscheiden, wohl aber spricht der Umstand, dafs die Reka im Alpenvereinsdom einen nordwestlichen Lauf einschlägt, d. h. die Richtung auf Divača zu verfolgt, sehr zugunsten dieser Annahme.

In die Kacna Jama wagen sich nur selten Touristen hinab. Dies ist begreiflich, wenn man in Betracht zieht, mit welchen Zufälligkeiten und Gefahren bei einer solchen Grottenfahrt zu rechnen ist. Ganz abgesehen von der Schwierigkeit des Abstieges und der Finsternis, gegen welche die dunkelste Nacht auf der Erdoberfläche verhältnis-

mäfsig noch hell erscheint, ist man in den unterirdischen Katakomben niemals gegen plötzlich eintretendes Hochwasser geschützt. Man stelle sich ferner die peinliche Situation vor, in welche man gerät, wenn durch irgendwelche Umstände die Lichter erlöschen und die mitgebrachten Zündhölzer infolge der Nässe ihre Dienste versagen. Wo ist dann der Ariadnefaden, welcher den verirrten Grottenfahrer durch das kilometerlange Labyrinth von Hallen und Gängen in der Stockfinsternis wieder an das freie Tageslicht leitet? Unser Führer Gregor Siberna behauptet zwar, dafs er in einem solchen kritischen Falle genug Lokalkenntnis besitzte, um auch ohne Licht den Ausgang zu finden. In der Kronprinz Rudolf-Grotte hat er in der Tat den Beweis erbracht, ob es ihm aber in der Kacna Jama möglich gewesen wäre, wagen wir zu bezweifeln.

Ähnliche Naturschachte wie die Kacna Jama gibt es in der Umgebung von Divača und im küstenländischen Karst noch mehrere. Unter andern öffnet sich 400 m nördlich von dem hier beschriebenen Schacht die „Kosova Jama“ oder das „Amselloch“. In dasselbe soll vor Jahren einmal ein Mädchen mit einem Ochsengespann hineingestürzt sein. Die Schürze der Verunglückten, sowie das Joch der Zugtiere sind dann später vom Timavo ausgespült worden.

Es sei schliefslich noch der Schacht von Trebitsch erwähnt, der 6 km nordöstlich von Triest liegt. Seine Tiefe beträgt 243 m, er endigt in einem 90 m hohen Dom mit vielen Abzweigungen. Dieses Kluftsystem wurde „Lindner - Höhle“ benannt. Im Jahre 1840 kam H. Lindner, der überall nach Quellen suchte, um die Stadt Triest mit Wasser zu versorgen, auf den kühnen Gedanken, in die unbekannte Tiefe hinabzusteigen. Sechs Bergleute aus Idria, die seinen Mut und seine Entschlossenheit teilten, schlossen sich ihm an. Nach neunmonatlicher Arbeit gelangten Lindner und seine Genossen endlich auf den Boden der Grotte in einer Tiefe von über 300 m unter dem Kreidekalkplateau des Karstes, und hier flofs in der Tat ein Gewässer, wahrscheinlich die Reka, zu ihren Füfsen. Jetzt steigt man auf Leitern in diese durch Triestiner Alpinisten zugänglich gemachte Grottenwelt hinab.

Beschliefsen wir hiermit unsere Wanderungen durch die unterirdischen Gefilde von St. Canzian. Der unermüdliche Ergründer dieser Höhlenwelt, Friedrich Müller in Triest, sagt mit vollem Recht: „Die im Sonnenglanz prangenden Alpen mit ihren mächtigen himmelanstrebenden Spitzen und Höhen, ihren prächtigen Ausblicken auf das ferne Land, auf Tal und See, bergen nicht alle Schönheit der Natur

in sich. Nicht nur hoch oben an unersteiglicher Felswand, auf brüchigem Grat und Felsenband, auf schneebedecktem Gletscher kann der kühne Mann seinen Mut zeigen. Ebenbürtig stellt sich der Oberwelt dunkle Schwester, die Unterwelt, in die Reihen der Wettstreiterinnen um den Preis der Schönheit. Wer in ihren Katakomben gewandelt, ihre wunderbaren Gebilde, die Werke von Jahrtausenden erschaut hat, der wird sich hingezogen fühlen zu den finsteren Räumen, in denen ein Lichtblitz phantastische, ungeahnte Bilder dem Auge hervorzaubert. Mit dem grellen Lichtschein erwacht das Leben in den schlummernden Gestalten. Glitzernd schlingt der farbige Sintermantel seinen Faltenwurf über die Felsen, wie von Edelsteinen blinkt es tausendfach am Boden. Weifse Säulen erfüllen gleich Denkmälern diese ernsten, weihevollen Kammern des Berges. Welche Gegensätze bieten die dunklen Räume von dem kaum vernehmbaren Geräusch der fallenden Wassertropfen, welche unermüdlich an den Tropfsteinen in dem totenstillen Raum weiterbauen, bis zum donnernden Getöse der Wasserhöhlen, in welchen sich die Hochflut wälzt und den Boden wanken macht!"





Moderne Naturphilosophie.

Von Dr. Kleinpeter in Gmunden.

II.

Die charakteristische Leistung B. Stallos ist die systematische Kritik der mechanischen Atomtheorie und der darauf gegründeten oder damit in engem Zusammenhang stehenden Lehren bezw. Hypothesen der modernen exakten Wissenschaft. Der Anspruch, den dieselbe erhebt, ein von Metaphysik freies, und über diese erhabenes System von Wahrheiten zu sein, das sich wohl erlauben dürfe, auf metaphysische Spekulationen mit kühler Verachtung herabzusehen, sei mit nichten gegründet; selbst den gröfsten Männern der Wissenschaft sei es keineswegs geglückt, sich den Banden der metaphysischen Spekulation zu entziehen.

Unsere moderne Naturwissenschaft von den Nachwehen der antik-mittelalterlichen Metaphysik zu befreien, erklärt Stallo als eine der dringendsten wissenschaftlichen Aufgaben der Gegenwart; hierzu beizutragen, schrieb er seine vor zwei Jahren in deutscher Ausgabe erschienenen, von Mach durch ein Vorwort einbegleiteten „Begriffe und Theorien der modernen Physik". Vier Grundirrtümer sind es danach, die dem metaphysischen Denken eigen sind: erstens der Glaube, dafs jeder Begriff das Gegenstück einer bestimmten objektiven Realität sei, und dafs es somit soviel Dinge als Begriffe gebe, zweitens die Annahme, dafs die allgemeineren Begriffe und die ihnen entsprechenden Realitäten die ersten, die spezielleren die späteren sind, ferner die, dafs die Aufeinanderfolge in der Entstehung der Begriffe identisch mit der Aufeinanderfolge in der Entstehung der Dinge sei, und viertens endlich, dafs die Dinge unabhängig von ihren Beziehungen „an sich" existieren. In eindringlich überzeugender Weise zeigt nun Stallo, wie diese charakteristischen Grundirrtümer der antik-mittelalterlichen Spekulation auch unseren modernsten Theorien anhaften, ja wie die Naturanschauungen der meisten Naturforscher und die grundlegenden Hypothesen der modernen Wissenschaft, der Physik, der Chemie, ja auch

der Mathematik durchaus von derselben durchdrungen sind. Ebenso leicht gelingt natürlich Stallo auf Grund seiner Ausführungen von bewundernswert schlichter Klarheit die Abfertigung der metaphysischen Systeme der Gegenwart und jüngeren Vergangenheit, die er mit wenigen Worten abtut. In den Einzelnheiten findet sich sehr oft eine überraschend vollkommene Übereinstimmung mit den Darlegungen Machs.

B. Stallo war Deutschamerikaner. Er verliefs in jungen Jahren seine oldenburgische Heimat als Sohn eines armen Landschullehrers, der nicht die Mittel besafs, ihn auf ein Gymnasium zu schicken. Er erwarb sich als Self-made-man in der neuen Welt nicht nur die nötigen wissenschaftlichen Kenntnisse, sondern brachte es auch in seinem Berufe zum angesehenen Advokaten und schliefslich unter Cleveland zum Gesandten der Vereinigten Staaten am Quirinal. Er starb am 6. Januar 1900 in seiner Villa zu Florenz, wohin er sich ins Privatleben zurückgezogen hatte.

Ein Mann von ganz eigener Originalität war der Engländer William Kingdon Clifford. Im Alter von 26 Jahren bestieg er auf Maxwells Vorschlag den Lehrstuhl für angewandte Mathematik und Mechanik an der Londoner Universität und überraschte die mathematische Welt durch die Fülle, wie namentlich durch die Originalität seiner meist geometrischen Arbeiten, die durchweg auf Prinzipienfragen gerichtet waren; so ist er z. B. einer der Hauptvertreter der nicht-euklidischen Geometrie auf englischem Boden. Doch bald wurde immer mächtiger der Drang in ihm, sich den grofsen Fragen von universeller wissenschaftlicher Bedeutung hinzugeben und nach Kräften an ihrer Lösung zu arbeiten. Es war einer seiner Lieblingsgedanken, dafs es ein Gebiet, von dem die wissenschaftliche Betrachtungsweise ausgeschlossen sein solle, nicht geben dürfe; mit ebenso staunenswerter Energie wie seltener Geschicklichkeit hat er die Methode exakt wissenschaftlicher Forschung auf Gebiete übertragen, die von derselben nicht allzu häufig heimgesucht zu werden pflegen und weitab von seinem eigentlichen Arbeitsfelde gelegen waren, wie die der Ethik, des Rechtes, der Religion. Im Gegensatz zu Mach und Stallo ist er kein unbedingter Verächter der Metaphysik, wenn er auch scharf die Grenze zwischen ihr und der strengen Wissenschaft innezuhalten versteht. Wie diese aber wendet er sich mit der beifsenden Schärfe seiner stark satyrischen, an Kraftstellen recht ergiebigen Schreibweise gegen die Verfechter des Apriorismus auf physikalischem Gebiete: „wenn Leute über irgend einen Gegenstand hoffnungslos unwissend sind, so

streiten sie über die Quelle ihres Wissens; so behaupteten denn auch in unserem Falle viele, dafs wir dies a priori wüfsten." Andererseits teilt er mit Berkeley und Mach die Ansicht von der Idealität (bezw. Subjektivität) aller unserer Erfahrungselemente. In seinen metaphysischen Spekulationen wurde er wesentlich von Spinoza, Spencer und Darwin beeinflufst; sein Urteil über die landläufige Metaphysik ist deshalb aber nicht um ein Haar glimpflicher. Von einem Bekannten erzählte er: „Er will ein Buch über Metaphysik schreiben und ist wie geschaffen dazu; die Klarheit, mit der er seiner Meinung nach die Dinge versteht, und seine totale Unfähigkeit, das wenige, was er weifs, auszudrücken, werden ihm sicherlich sein Glück als Philosoph machen lassen." Und von den Systemen eines Philosophen findet er, „dafs die Vollständigkeit und Symmetrie derselben seiner kolossalen Ignoranz proportional ist, da es ja doch viel leichter ist, ein leeres Zimmer anzufüllen wie ein volles." Dabei war Clifford im persönlichen Verkehr der liebenswürdigste Gesellschafter, dem niemand gram sein konnte.

Von besonderer Bedeutung sind seine kritischen Untersuchungen über Fragen der Ethik, des Rechtes, der Religion, da ja dies Gebiete sind, die von Mach wie Stallo nicht in den Kreis ihrer Betrachtungen gezogen worden sind. Es ist namentlich die letztere, die einer sehr scharfen Beurteilung vom ethischen Standpunkte unterworfen wird. Einig mit Plato in der Verurteilung der Sünden der Götter, verwirft er doch dessen Ausweg, das Lehren derselben gesetzlich zu verbieten. Schlechte Götter dürfen nicht verehrt werden; hat Jupiter die Schandtaten wirklich begangen, die von ihm erzählt werden, so darf er eben nicht verehrt werden. Nun zeigt Clifford, dafs Jupiter durchaus nicht die einzige Gottheit ist, der unmoralische Handlungen vorzuwerfen sind. Mit Nachdruck wendet sich sodann Clifford gegen das Walten der Priesterschaft. Den heutigen kläglichen Zustand der mohamedanischen Länder schreibt er auf das Kerbholz ihrer Priester. Würde eine Priesterschaft selbst eine vollkommene Moralität als eine unfehlbare Offenbarung lehren, so würde dies nur zur Zerstörung aller Moral führen, denn moralisches Handeln bedarf der Übung und diese wird durch das befehlende Wort des Priesters unterbunden.

Virchows Rede „Über die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat" gab Clifford Veranlassung, seine Meinung über das Lehren derselben auszusprechen, die dahin geht, „eine Lehre erst dann vorzutragen, bis die Natur ihrer Evidenz verstanden werden kann." So sei es z. B. verkehrt, in der Chemie mit der Atomtheorie zu be-

ginnen, hevor die Tatsachen, die für sie sprechen, auseinandergesetzt worden sind; so sei es auch übel angehracht, die Fortdauer nach dem Tode, die nach dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens eine hlofse Vermutung sei, kleinen Kindern zu lehren, was nur Aherglauhen zu erzeugen geeignet sei.

Leider war Clifford nur eine kurze Spanne Zeit zu wirken vergönnt; sein rastloser Arheitseifer, der selbst dann noch keine Schonung kannte, als sich hereits deutliche Anzeichen eines ernsten Lungenleidens eingestellt hatten, führte sein frühes Ende herbei. Er starh 34 Jahre alt 1879 auf Madeira.

Karl Pearson ist der gegenwärtige Inhaher der Cliffordschen Lehrkanzel auf der Londoner Universität. In seinem Buche „The grammar of science", das vor kurzem in 2. Auflage erschienen ist, unterwirft er die erkenntnistheoretischen Grundlagen der exakten Wissenschaft einer ähnlichen Kritik wie Mach. Sein Standpunkt ist in mancher Beziehung noch radikaler, ihm speziell eigentümlich ist die Ausdehnung der erkenntniskritischen Methode auf das Gehiet der Biologie. Das Buch ist mit einem fröhlichen, wohl nicht üherall herechtigten, aher doch auch hei so schwierigen Fragen wohltuenden Optimismus geschriehen; läfst sich freilich auch manches nicht so leicht erledigen, so kann doch der Leser an der Lektüre des Buches frischen Mut schöpfen, dessen man doch hei Untersuchung so heikler und oft aussichtslos scheinender Fragen gar sehr hedarf.

Das sind die Hauptvertreter der naturwissenschaftlichen Erkenntniskritik; sie dürften die einzigen sein, die in hewufster Weise die Schöpfungen der Naturwissenschaft einer erkenntniskritischen Analyse unterworfen und dabei den Blick auf das Ganze nicht aufser Acht gelassen haben. Das Ergebnis ist eine wissenschaftliche Erkenntnistheorie, die für exakte Wissenschaft und Philosophie von gleich bindender Bedeutung ist. Zwei Erkenntniskritiker, die allerdings das Gehiet der Physik nicht üherschritten hahen, möchte ich noch hesonders hervorhehen: Heinrich Hertz und P. Volkmann in Königsherg. Ersterer entwarf in der herühmten philosophischen Einleitung zu seinen nachgelassenen Prinzipien der Mechanik eine Theorie von der Bedeutung physikalischer Hypothesen, die in allen wesentlichen Punkten mit den Ansichten Machs, auf den er sich ausdrücklich heruft, ühereinstimmt und sich nur in der Ausdrucksweise, die der in der Physik hisher üblichen näher steht und strengen Anforderungen nicht immer ganz genügt, unterscheidet. Entgegen den Ansichten der zeitgenössischen Physik und ühereinstimmend mit

Mach hebt hier Hertz die subjektive Natur unserer physikalischen Begriffe hervor, die als Schöpfungen unseres Geistes der Willkür wie den Gesetzen desselben unterliegen; sie müssen erstens logisch zulässig, zweitens physikalisch richtig sein, worüber nur die jeweilige Erfahrung entscheiden kann, und können sich trotzdem noch von einander unterscheiden, d. h. sie sind durch diese zwei Forderungen noch nicht eindeutig bestimmt; es kommt nun noch eine dritte hinzu, die der Zweckmäfsigkeit, die auf die Auswahl der Theorien von Einflufs ist, ohne aber imstande zu sein, dieselbe eindeutig zu bestimmen; die Ansichten darüber, welche physikalische Theorie die geeignetste ist, können vielmehr verschieden sein und bleiben.

P. Volkmann hat in seinen „Erkenntnistheoretischen Grundzügen der Naturwissenschaft", wie in einigen kleineren Schriften und in der „Einführung in das Studium der theoretischen Physik" unter Zugrundelegung einer abweichenden Terminologie Ansichten ausgesprochen, die sich zum Teil denen von Mach nähern, zum Teil von denselben allerdings auch nach Berücksichtigung der anders gearteten Ausdrucksweise verschieden bleiben. Eine Ergänzung zu demselben bietet er durch die Aufstellung seines Prinzips der „Isolation" und „Superposition", das von Mach akzeptiert wurde.

Die Ansichten dieser auf exakter Grundlage stehenden Philosophen bilden einen in sich recht wohl abgerundeten Komplex, der allem Anscheine nach berufen erscheint, den so lange ersehnten Grundstock gemeinsamer allgemein wissenschaftlicher Überzeugungen zu bilden. Ihm schliefsen sich noch auf philosophischer Seite die Anschauungen einer Reihe von Denkern an, die mit der exakten Wissenschaft in innigem Kontakt stehen, wie insbesondere H. Cornelius und einige Vertreter der empiriokritischen (Petzoldt) und immanenten Philosophie (Schuppe, v. Leclair, v. Schubert-Soldern, Keibel u. a.).

Aber auch aufserhalb dieses hier näher gekennzeichneten Kreises wird von naturwissenschaftlicher Seite an der Ausbildung einer eigenen Philosophie emsig gearbeitet. Eine der Hauptrichtungen auf diesem Gebiete ist die energetische Schule, deren führendes Haupt, Prof. W. Ostwald in Leipzig, besondere Vorlesungen über Naturphilosophie hält, die vor kurzem auch in Druck erschienen sind, und eine eigene Zeitschrift, die „Annalen für Naturphilosophie" herausgibt. Eine andere Richtung folgt dem Gedankenkreise von Brentano, wie z. B. A. Höfler in Wien. Aber auch Vertreter der biologischen Wissenschaften beginnen sich zum Worte zu melden. So hat z. B. der

Botaniker Reinke in Kiel ein eigenes naturphilosophisches System sich ausgedacht, das er in seinem Buche „Die Welt als Tat" entwickelt, und von hervorragender Seite (Nägelsbach, Hertwig, Branco) ist die Frage nach der Lebenskraft wieder zur Diskussion gebracht worden — ein Zeichen von der beginnenden Erkenntnis der Haltlosigkeit der mechanischen Erklärungsversuche.

Freilich ist nicht zu verkennen, dafs die Versuche, aus dem naturwissenschaftlichen Boden heraus ein naturphilosophisches, metaphysisches System erstehen zu lassen, noch vielfach den Charakter des Unreifen tragen. Die exakte Wissenschaft kann eben nur dort einen sicheren Führer abgeben, wo es sich wirklich nur um Bearbeitung wissenschaftlicher Fragen handelt. Und den Komplex derselben den Händen zünftiger Philosophen, aber wissenschaftlicher Laien entrungen zu haben, bildet eine der Haupterrungenschaften Machs und seiner Gesinnungsgenossen. Man wird fortan wissenschaftliche Fragen auch allgemeinerer Natur nur mehr auf wissenschaftlichem Boden zum Austrag bringen können, alles andere aber mit ruhigem Gewissen unter die Rubrik „haltloses Geschwätz" rechnen dürfen.

„Die höchste Philosophie des Naturforschers besteht darin, eine unvollendete Weltanschauung zu ertragen und einer scheinbar abgeschlossenen, aber unzureichenden vorzuziehen", äufsert sich Mach in seiner Mechanik. Viele Fragen können heute noch nicht beantwortet werden; nicht alle Menschen aber vertragen die Resignation, die in den obigen Worten gelegen ist. Dann entstehen metaphysische Systeme, über deren Wert oder Unwert ja die Ansichten noch einige Zeit auseinandergehen. Eines aber wird man unbedingt verlangen müssen, nämlich dafs sie mit den gesicherten Ergebnissen der Wissenschaft nicht in Konflikt geraten.

Das gelingt leider den wenigsten philosophischen Systemen der Gegenwart. Auch die Beschäftigung mit der Naturwissenschaft ist kein Universalmittel dagegen, wie so manche naiven, mit mehr oder weniger Pomp unter Berufung auf die Naturwissenschaft sich ankündenden Systeme in drastischer Weise lehren. Man kann ein Naturforscher vom Rufe Haeckels sein und doch in ganz unsinniger Weise Lösung von Problemen suchen und meinen sie gefunden zu haben, wo doch nicht einmal ein Verständnis dieser Probleme überhaupt vorliegt! Ja man kann sogar noch ein gröfserer Naturforscher sein, kann sich auch mit erkenntnistheoretischen Fragen der Naturwissenschaft beschäftigt und ihnen in mancher Beziehung Verständnis

entgegengebracht haben, ohne doch dem Schicksale zu entgehen, über etwas vom eigenen Spezialfache ferner Liegendes ganz haltloses Zeug zusammenzureden — wie man aus Akademieberichten der letzten Jahre ersehen kann.

Es ist also immerhin Vorsicht geboten gegenüber philosophischen Auseinandersetzungen von naturwissenschaftlicher Seite. Gewisse Anzeichen, wie z. B. der grofse buchhändlerische Erfolg von Haeckels Welträtseln zeigen, wie wenig dieselbe von Seiten des grofsen Publikums geübt wird, lehren aber auch wohl mit genügender Deutlichkeit, mit welcher Begierde in der Gegenwart philosophischen Veröffentlichungen aus naturwissenschaftlichem Lager entgegengesehen wird.

Die Empfänglichkeit des Publikums wäre also da, und gewifs ist der unserem Zeitalter gemachte Vorwurf, als ob es der philosophischen Betrachtung abhold wäre, ganz und gar ungerechtfertigt. Ganz im Gegenteil! „Nie hat es ein philosophischeres Zeitalter in der Wissenschaft gegeben als das gegenwärtige" — wie Alois Riehl, der feinsinnige Philosoph, den bekanntlich die philosophische Fakultät der Wiener Hochschule als Nachfolger Machs in Vorschlag gebracht hatte, mit Recht bemerkt. Immer mehr und mehr wird die Wissenschaft philosophisch, zuerst die Mathematik, dann die Physik, Chemie, Biologie. So möge denn auch bald die Zeit kommen, wo die Philosophie wissenschaftlich würde!





Der Robbenfang auf Alaska.

Von **L. Katscher** in Budapest.

Die Vereinigten Staaten Nordamerikas erwarben 1867 von Rufsland das nachmalige „Territorium Alaska“. Die Russen freuten sich, diese ihnen lästig gewordene Kolonie für ein schönes Stück Geldes (7 Millionen Dollars in Gold!) losgeworden zu sein. Heute ist jenes riesige Gebiet am bekanntesten durch die grofsen Goldfunde, welche seit einigen Jahren dort gemacht werden und sehr einträglich zu werden versprechen. Bis dahin jedoch brachte es nichts ein, denn die geförderten Mineralien, Kohle, Kupfer, Eisen, waren teils der Menge, teils der Güte nach unlohnend, und an Landwirtschaft ist nicht zu denken, weil die fast ewigen Nebel und Regenfälle das Getreide und das Gemüse nicht reifen lassen. Der wichtigste Ausbeutungsartikel des Landes ist aber, wie wir sehen werden, das Seehundfell.

Alaska ist gewifs ein grofses Wunderland, aber trotzdem ist sehr zu bezweifeln, ob dasselbe jemals ein beliebtes Touristengebiet werden wird. Seine Küstenszenerie ist an steiler und zerklüfteter Grofsartigkeit wohl unübertroffen, begrenzt von Hunderten von pittoresken Inseln mit einem Festlande, das sich an vielen Punkten plötzlich Hunderte und Tausende von Fufs hoch erhebt, sich aber dann abplattet, je mehr sich die Küste in der Richtung der Behringstrafse nach dem Eismeere zuwendet. Hier trifft man die letzte Spur der Rocky Mountains, hier liegen im Hintergrunde einige prachtvolle Kegel gleich St. Elias, Fairweather und Wrangel, und grofse Tannenwälder, Hunderte von englischen Quadratmeilen bedeckend. Eisberge, die nur von den grönländischen übertroffen werden, nehmen ihren Weg nach der Küste gleich mächtigen Strömen. Der Jukonflufs windet sich auf seinem langen Lauf durch Wüsten, durch Fels- und Bergschluchten, um mittels der vielarmigen Deltas in die Behringsee zu münden und sich mit seinen Nebenflüssen über das Land zu ergiefsen. Das Ganze schliefst mit der langen, fadengleichen Linie vulkanischer Inseln ab,

die sich halbwegs bis zur asiatischen Küste hin erstrecken, gleich dem gestrandeten Rückgrat eines grofsen Walfisches.

Für den Jagdliebhaber gibt es hier reichliches Wild, für den geübten Eisläufer und den kühnen Bergsteiger viel Vergnügen und Arbeit. Für den Geologen, der die ausgedehnte Eiswirkung auf die Erddecke an der Quelle beobachten will, dürfte sich schwerlich ein zweites so ergiebiges und zugängliches Feld finden. Der gewöhnliche Tourist wird aber vermutlich vorziehen, auf einem der feinen Dampfer des Stillen Ozeans, welche regelmäfsig von San Franzisco auslaufen, einen flüchtigen Besuch dem Lande zu machen; aber auch ein solcher kurzer Besuch wird bei ihm Eindrücke hinterlassen, die nicht so bald vergessen werden.

Unter den Eingeborenen zeigt sich eine bedeutende Rassenverschiedenheit. In der Nachbarschaft von Sitka, in nordöstlicher Richtung, finden sich Stämme, welche den Nordamerika-Indianern nahe verwandt sind. An der ganzen Küste des Territoriums und auf den Inseln, welche das Hauptland umgeben, herrscht ein Volksstamm, welcher nach Bau und Sprache unzweifelhaft von dem Eskimo abstammt. Der Unterschied zwischen ihm und dem Grönländischen Stamm ist nur ein solcher, wie er infolge langer Trennung und Anbequemung an andere Existenzbedingungen sich zu entwickeln pflegt.

Die Alaska-Eskimos oder Innunto sind häufig grofse und kräftige Männer, mehr mongolisch in den Gesichtszügen als die Grönländer und häufig mit einer Mischung von russischem Blut, wie dies nicht anders zu erwarten ist. Die Eingeborenen auf der anderen Seite der Aleutischen Inseln sind in Bau und Wesen sehr verschieden von allen anderen Alaskern; sie sind ohne Zweifel von dem asiatischen Festlande herübergekommen und zählten wahrscheinlich 10000 zur Zeit, als sich die Russen zuerst zeigten. Gegenwärtig schätzt man ihre Zahl auf höchstens 1400. Eine starke Vermischung mit russischem Blute ist im aleutischen Volke wahrnehmbar, und alle sind fromme Mitglieder der griechischen Kirche, zu deren Unterhalt sie unter sich reichlich beisteuern. Die sehr gemischten Aleutier auf den Pribyloff-Inseln leben in besonders guten Verhältnissen unter der Verwaltung der Alaskaner Handelsgesellschaft, welche das ausschliefsliche Recht auf die Pelzrobben besitzt, welche auf den Inseln St. Paul und St. George vorkommen. Die jährliche Tötung von Robben ist hier auf 100000 beschränkt, und da den Eingeborenen 40 Cents (165 Pfennig) für jedes Fell bewilligt werden, so geht daraus hervor, dafs deren Einnahme beträchtlich sein mufs. In der Tat werden sie von ihren

Nachbarn auf dem Festlande mit neidischen Blicken angesehen. Die Robbe, von welchen diese Inseln nach Myriaden wimmeln, ist die eigentliche Pelzrobbe (Callorhinus ursinus) und ein ganz anderes Tier als die Haarrobbe (Phoca vetulina), von welcher der gewöhnliche, im Volke herrschende Begriff der Schwimmfüfsler stammt. Die Pelzrobbe (Callorhinus ursinus), welche zur Sommerzeit und zum Haar- und Pelzwechsel in so grofsen Mengen nach diesen Inseln übersiedelt, dafs es fast unglaublich erscheint, ist von allen Schwimmfüfslern die am höchsten entwickelte Gattung. Der alljährliche, unwandelbare Massenzug der Tiere nach diesen kleinen, flachen Inseln ist schwer zu erklären. Der etagenartige, felsige Charakter dieser Küsten scheint den Tieren besondere zu behagen.

Die männlichen Robben beginnen im Mai hier anzukommen, und anfangs Juni treten die Kämpfe um die einzelnen Lagerstätten ein, vom frühen Morgen bis spät in die Nacht dauern dieselben ohne Unterbrechung, bis einer oder zuweilen auch beide Kämpfende den Tod finden. Der Nachwuchs unter sechs Jahren, wenn auch in der Nähe der Wassergrenze des Familiensitzes herumflankierend, läfst sich nicht auf Kämpfe ein; es sind erst die sechs und sieben Jahre alten Robben, die ausschwärmen und die älteren Lagerbesitzer zum Kampfe reizen. Eine junge Robbe ist jedoch in der Regel kein ebenbürtiger Gegner für eine 15—20 Jahre alte, vorausgesetzt, dafs das alte Tier seine Fangzähne noch besitzt. Diese Kraftproben zwischen den Senioren und dem Nachwuchs dauern so lange fort, bis die Lagerplätze verteilt sind. Nach Ankunft der weiblichen Robben und der Niederlassung über das ganze Gebiet des Zuchtgrundes bis gegen den 15. Juli spätestens finden nur wenige Kämpfe statt. Die Kämpfe zwischen den alten und volljährigen Tieren werden meistens oder ausschliefslich mit dem Gebifs ausgefochten. Die beiden Kämpfenden fassen einander mit den Zähnen, und wenn sie so mit den Fängen zusammenhängen, kann nur die gröfsere Stärke des einen oder des anderen bei dem Versuch, wieder loszukommen, sie trennen. Hierdurch entstehen gewaltige Wunden, denn die scharfen Schneidezähne reifsen tiefe Löcher in das Fell und furchen das Fettpolster bis auf die Rippenbänder auf.

Die Abschlachtung dieser Tiere um ihrer Felle willen ist peinlich und ekelhaft. Die Engrosschlächterei beginnt sehr bald nach dem ersten Eintreffen der männlichen Tiere und ist in wenigen Wochen beendigt, denn durch jede Verzögerung verschlechtert sich der Pelz. Ohne grofse Schwierigkeiten bringen einige Eingeborene, wenn sie des Morgens zeitig in die Felsen gehen es fertig, einige hundert

Robben von ibren Gefährten zu trennen und mit einer Geschwindigkeit von einer halben engliscben Meile in der Stunde bis zum eigentlichen Schlachtplatze zu treiben. Die armen Tiere haben bei der Operation des Abschlachtens schrecklich zu leiden, viele geben auch schon auf dem kurzen Wege zur Schlächterei zu Grunde.

Nachdem 1000—2000 Tiere auf diese Weise in Herden zusammengebracht sind, werden 100—150 davon abgesondert und nach einer Stelle getrieben, wo sie, dicbt in einen Haufen zusammengedrängt, von den Leuten getötet werden; unmittelbar nachher wird ihnen das Fell abgezogen, da andernfalls der Pelz bedeutend an Wert verlieren würde. Merkwürdig bleibt, dafs trotz dieser grausamen Behandlung die klugen Tiere immer wieder an dieselbe Stelle zurückkehren und zwar in ungeschwächter Zahl.

Es liegt im Interesse der Handelsgesellschaft, alles zu vermeiden, was die jährliche Pelzernte vermindern könnte, und wenn deren Vertreter sich auf die gesetzliche Zahl von jährlich 100000 Stück beschränken, dann ist nicht zu fürchten, dafs der Stamm sich vermindern werde. Indes ist es ja bekannt, wie sehr sich die Walfische und die verschiedenen Robbenarten in den Regionen der Eismeere vermindert haben, und zwar nur infolge der rücksichtslosen Schlächterei. Freilich besteht zwischen diesen und den Pelzrobben der Unterschied, dafs die letzteren sich von selbst einfinden, um gefangen und getötet zu werden, während die anderen über den ganzen arktischen Ozean gejagt werden müssen. Elliot schätzt die Zahl der in der Brutzeit 1874 auf den Inseln St. Paul und St. George vorhanden gewesenen Pelzrobben auf über drei Millionen.

Aufser der Pelzrobbe werden noch andere Tiere derselben Familie gefangen, der Seelöwe, die Haarrobbe und das Walrofs. Die Seeotter ist ein Tier, welches in den früheren russischen Zeiten zu Zehntausenden gefangen wurde; heute würde eine Jagdgesellschaft von Eingeborenen sich glücklich preisen, wenn sie im Tage sechs Stück bekäme. Wir lassen eine Beschreibung der von den Eingeborenen angewendeten Art, diese Tiere jetzt zu fangen, hier folgen.

Dreifsig bis vierzig Leute fahren in ihren Bidarkas oder Kanoes nach dem Jagdgrunde und bleiben dort drei Monate. Wenn das Wetter nicht nebelig und das Meer nicht sehr unruhig ist, fahren diese Boote in einer langen Reihe hintereinander in regelmäfsigen Zwischenräumen von 100 Fufs. In dieser Ordnung rudern die Leute ruhig und langsam über das Wasser, jeder von ihnen mit wachsamem Auge das vor ihm sich wälzende Wasser durchdringend, um das geringste

Zeichen von der Anwesenheit einer Otter nicht zu übersehen, für den Fall, dafs das stets sehr schlaue Tier nur ein wenig die Spitze seines dicken Kopfes zum Atemschöpfen oder zum Beobachten zeigen sollte.

Plötzlich wird eine Otter entdeckt, scheinbar schlafend; nun gibt der Entdecker ein Zeichen, welches auf der ganzen Linie aufgenommen wird. Kein Wort wird gesprochen, kein Ruder bewegt; aber das vorsichtige, schlaue Tier hat dennoch die Gefahr erkannt und mit kräftigen Stöfsen mittelst seiner flossigen Hinterbeine geht es in die Tiefe, während der Jäger seine schnelle Bidarka zu plötzlichem Stillstand bringt — unmittelbar über dem von dem Verschwinden der Otter noch bewegten Wasser. Er erhebt sein Ruder hoch in die Luft und hält es da so, während die anderen sich um ihn herumlegen in einem Kreise von etwa einem halben Kilometer im Durchmesser. Die Otter ist niedergegangen und mufs bald irgendwo innerhalb des Gesichtskreises wieder heraufkommen; 15—20 Minuten des Untertauchens zwingen das Tier, wieder an der Oberfläche zu erscheinen. Sobald seine Schnauze daselbst sichtbar wird, erhebt der es entdeckende Jäger ein wildes Geschrei und stürzt gegen die Stelle. Das plötzliche Geschrei hat die Otter wieder nach der Tiefe getrieben, aber zu schnell und zu plötzlich, als dafs sie entsprechend Luft hätte einatmen können. Das war aber gerade die Absicht des Jägers gewesen, und er nimmt eine Stellung an dem Punkte, wo das Tier zuletzt auftauchte, hebt sein Ruder in die Höhe, und der Kreis wird aufs neue gebildet. In dieser Weise wird die Otter zwei bis drei Stunden lang gezwungen, zu tauchen und wieder zu tauchen, ohne einen Augenblick Zeit zum vollen Atmen zu haben, bis das Tier schliefslich halb erstickt ein leichtes Opfer seiner Feinde wird. Während dieser ganzen Zeit haben die Aleuten fortwährend ihre Speere nach dem Tiere geschleudert, sobald sie ihm nahe genug kamen. Derjenige, dem es gelingt, das Tier richtig zu treffen, ist der glückliche Eigentümer desselben. In dieser Weise geht die kleine Flotte weiter, zuweilen recht glücklich in der Begegnung des begehrten Wildes; aber es vergehen zuweilen auch Wochen, ohne dafs es zu einer Kreisbildung kommt.





Parallaxe des Sterns B. D. 37° 4131. In A. N. 3590 hatte der verstorbene Direktor der Sternwarte in Göttingen, Prof. Schur, berichtet, dafs er bei einer neuen Parallaxenbestimmung des uns zweitnächsten Sternes 61 Cygni gefunden habe, dafs einer der von ihm als Anschlufsstern benutzten Sterne, nämlich BD + 37° 4131 eine Parallaxendifferenz gegen 61 Cygni von 0."0 besitze, mit anderen Worten, uns ungefähr ebenso nahe sei, wie der bekannte Doppelstern im Schwan. Das Resultat schien zwar nicht besonders gesichert, da die Messungen erhebliche Abweichungen unter sich zeigten, auch mufste es befremdend erscheinen, dafs der fragliche Stern nicht die geringste Eigenbewegung zeigte. Hätte sich also die grofse Parallaxe (Schur gab sie zu 0." 6 an) bestätigt, so mufste der Stern mit unserer Sonne ein System bilden, dessen Komponenten parallel und gleich schnell im Raume sich bewegten, wie wir solche ja mehrfach unter den Sternen kennen. Am bekanntesten ist das System der 5 Sterne β, γ, δ, ε, ζ des grofsen Bären. Die Sonne wäre danach ein Doppelstern gewesen, wie so viele unter den uns zunächst umgebenden Sternen. Prof. Schur selbst war es nicht mehr möglich, durch eigens angestellte Messungen das Resultat zu sichern. Herr Osten Bergstrand in Upsala hat dann auf photographischem Wege diese Untersuchung unternommen. Auf 13 Platten, die zwischen dem 13. September 1899 und dem 11. August 1900 aufgenommen waren, wurde der verdächtige Stern gegen 6 Nachbarsterne in rechtwinkligen Koordinatendifferenzen ausgemessen, und für die Abhängigkeit derselben von der hypothetischen Parallaxe wurden $2 \times 6 \times 13 = 156$ Bedingungsgleichungen erhalten, welche im Mittel für die gesuchte Parallaxe nur den Wert 0." 04 mit einem wahrscheinlichen Fehler von dem fünften Teile dieser Gröfse ergaben. Danach scheint BD. 37° 4131 zwar eine mefsbare Parallaxe zu besitzen, aber keineswegs von der behaupteten Gröfse, sodafs alle oben gezogenen Schlufsfolgerungen hinfällig sind. Rp.

❦

Glasgefäfse von hoher Widerstandsfähigkeit sind die von Heräus in Hanau fabrizierten Gefäfse aus geschmolzenem Quarz. Ihre Herstellung ist mit ziemlich erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Zum Schmelzen des Quarzes ist eine Temperatur von 2000° erforderlich; man mufs daher Tiegel aus reinem Iridiummetall anwenden, dessen Schmelzpunkt bei 2450° liegt (Platin schmilzt schon bei 1775°). Bei der Bearbeitung des geschmolzenen Materials werden zum Betrieb des Knallgasgebläses grofse Mengen von Sauerstoff gebraucht; beim Verblasen der Gefäfse mufs der Arbeiter grofse Aufmerksamkeit und Ausdauer an den Tag legen. Durch die Bildung von Untersalpetersäure infolge der teilweisen Vereinigung von Sauerstoff und Stickstoff der Luft bei der in Betracht kommenden kolossalen Temperatur wird seine Gesundheit angegriffen. Dies alles hat natürlich zur Folge, dafs die Quarzgefäfse sehr teuer sind (der Preis für ein Gramm beträgt ca. 1 Mark). Dafür sind die Vorteile, die sie bieten, auch eminent grofse. Der Hauptvorzug der Quarzgefäfse ist ihre vollkommene Unempfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen. Man kann hellglühende Quarzgefäfse ohne weiteres in kaltes Wasser werfen; dies kommt daher, dafs der Ausdehnungskoeffizient des Quarzes nur etwa $^1/_{10}$ von dem des Glases beträgt. Aus demselben Grunde lassen sich Gefäfse, die irgendwo durch Anstofsen ein Loch bekommen haben, ohne weiteres durch Einsetzen von kleinen Stücken flicken.

Die Durchsichtigkeit des Quarzglases erlaubt es, die sich innerhalb abspielenden Vorgänge zu beobachten; seiner Durchlässigkeit für ultraviolette Strahlen (im Gegensatz zu Glas) wegen eignet es sich vorzüglich für Vacuumröhren. Auch zur Herstellung von Thermometern dürfte es seiner geringen Ausdehnungsfähigkeit wegen sehr gut brauchbar sein. In Form von Schmelztiegeln für chemische Zwecke zeichnet sich Quarz vor Platin dadurch aus, dafs er auch im glühenden Zustande keine Flammengase durchläfst, ein Umstand, der für viele quantitative Analysen von gröfster Bedeutung ist. Beim Arbeiten mit Quarzgefäfsen mufs man sich hüten, sie vor dem Erhitzen mit den Fingern anzufassen, da selbst die geringen Mengen von Alkali, die sich auf der Haut befinden, Entglasungserscheinungen hervorrufen. — Falls die Quarzglasindustrie sich so weiterentwickelt, wie sie angefangen hat, falls vor allem durch Vervollkommnung der Fabrikationsmethode der Preis geringer wird, ist es zweifellos, dafs die Quarzgläser durch ihre eminenten Vorzüge besonders im Laboratorium alle übrigen Glassorten mit Leichtigkeit verdrängen werden. M. v. P.

Schmelzpunktsbestimmung bei hohen Temperaturen. Auf dem V. internationalen Kongreſs für angewandte Chemie führte Herr Prof. Hempel eine Methode vor, die es gestattet, Schmelzpunktsbestimmungen bei hohen Temperaturen auszuführen. Die Substanz, welche untersucht werden soll, befindet sich in einem ausgebohrten Block aus Rügener Kreide, welcher 4 Öffnungen hat, zwei seitliche und zwei nach oben führende. Die zwei seitlichen sind durch die Zuleitungen des elektrischen Stromes (Kohle) verschlossen, durch die dritte wird ein dünner Kohlestift so gesteckt, daſs er lose auf der Substanz ruht. Dieser Stift löst beim Heruntersinken einen elektrischen Kontakt aus, durch den ein Läutewerk zum Ertönen gebracht wird. Hierdurch wird also dem Beobachter angezeigt, wenn die Substanz im Lichtbogen zu schmelzen anfängt. Die Temperatur wird photometrisch aus der Helligkeit der Oberfläche des Schmelzflusses bestimmt. Dazu befindet sich über dem zweiten nach oben führenden Loch in dem Kreideblock ein Spiegel, der das von der Fläche ausgestrahlte Licht auf einen Photometerschirm wirft. Hempel maſs vermittels dieser Methode Schmelzpunkte bis 2200° (Magnesia). Ganz abgesehen von dem wissenschaftlichen Interesse dürfte das Hempelsche Verfahren sehr wertvoll für technische Zwecke sein, denn auch wenn man keine Temperaturmessungen machen will, kommt es oft darauf an, den Zeitpunkt, an dem eine Masse in Fluſs gerät, genau und sicher zu erkennen.

M. v. P.





Weiler: Lehrbuch der Physik in 4 Bänden (Mechanik, Kalorik, Optik, Magnetismus u. Elektrizität). Verlag von J. F. Schreiber in München. Im ganzen 593 Seiten.

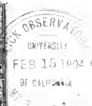
In einer Beziehung steht Weilers Physikbuch unter allen Lehrbüchern ähnlichen Inhalts einzig da: Es ist bunt illustriert. Das Experiment ist gut gelungen und dürfte Nachahmung finden. Durch die Kolorierung wird dem Leser die Vorstellung der beschriebenen Apparate bedeutend erleichtert, wenn sie kompliziert sind, und auch die schematisch einfachen Skizzen prägen sich dem Gedächtnis leichter ein. Einer guten Illustration sollte aber unbedingt auch eine gute Darstellung ebenbürtig zur Seite stehen. Dafs dies der Fall sei, kann man bei dem vorliegenden Buch mit dem besten Willen nicht behaupten. Der Verfasser sagt in der Einleitung zu dem Bande über Elektrizität, er habe sich bemüht, den Stoff scharf zu gliedern. Das hat er auch getan und zwar so scharf, dafs der Text zu kurz gekommen ist. Die Einteilung leidet an einer grofsen Willkürlichkeit. Z. B. S. 67 der Optik: Der photographische Prozefs: a) Negativ-Prozefs, b) Positiv-Prozefs, c) Wichtigkeit der Photographie, d) Photographieren in der Dunkelkammer mittels eines feinen Loches. Und so weiter — in jedem Paragraphen ein anderes Einteilungsprinzip, wenn man das ein Prinzip nennen will. Demgemäfs fehlt zwischen den Abschnitten stets der Übergang. Der Ausdruck ist oft schwer verständlich, oft werden zur Erklärung eines Vorganges Analogieen zu Hülfe genommen, die schwerer verständlich sind als der Vorgang selbst. — Wenn man so das Weilersche Buch nicht gerade für den Zweck empfehlen kann, für den es der Verfasser bestimmt hat, d. h. als Lesebuch für Lernende (für Schulen ist es wohl auch viel zu umfangreich), so wird es doch dem Lehrer, besonders dem jüngeren, an einer höheren Schule eine willkommene Stütze beim physikalischen Unterricht sein. Die meisten jungen Lehrer, welche Physik unterrichten, sind von Haus aus Mathematiker und haben als solche eine aufserordentlich geringe Übung im selbständigen Experimentieren, besonders wenn ihnen, wie das in einer Schule nicht anders zu erwarten ist, keine sehr glänzenden Hülfsmittel zur Verfügung stehen. Jeder Lehrer aber, der das Weilersche Buch besitzt, kann sich an der Hand der anschaulichen Figuren selbst diesen oder jenen Apparat zusammensetzen, der in der Sammlung fehlt; er übt sich, mit einfachen Mitteln elegante Versuche auszuführen. Der gebotene Stoff ist experimentell und theoretisch reichhaltig genug, um jedem Schulplan gerecht zu werden; der Text ist für den Lehrer, der die Materie beherrscht, hinreichend. Dr. M. v. P.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Lichtelektrische Übertragung der Sprache.





Drahtlose Telephonie.

Von Dr. B. Donath in Berlin.

Wenn emsige Arbeit die Minuten zu Sekunden macht und ereignisreiche Zeiten verkürzt erscheinen, so müssen die letzten Jahre im Fluge dahin gegangen sein. Welch eine Fülle neuer Erscheinungen! Mehrtausendpferdige Dampf- und Dynamomaschinen, Ozeandampfer mit Personenzuggeschwindigkeit, automatische Fernsprechämter, die Entdeckung der Röntgenstrahlen und der rätselhaften radioaktiven Substanzen, automobile Strafsenwagen, die drahtlose Telegraphie, ferner die Bemühungen, die Farben der Aufsenwelt durch ein mechanisches Verfahren zu reproduzieren, die Entdeckung der Edelgase, die Energieübertragung auf grofse Entfernungen und die elektrischen Schnellbahnversuche — alles dies und noch vieles andere mehr drängt sich zu einem sinnverwirrenden Durcheinander in dem letzten Jahrzehnt zusammen. Dabei wird die Erde für unser subjektives Empfinden sichtlich kleiner. Was unseren Vätern in weiter Ferne lag, scheint nun in greifbarer Nähe. Städte rücken aneinander, Weltteile werden zu Ländern, der stolze Ozean zum Meere, die Meere zum Teich. Das Wort umläuft den Planeten in wenigen Sekunden; Zeit und Raum haben ihre alte Bewertung verloren.

Und doch ist schliefslich der Fall des Steines zur Erde nicht weniger merkwürdig und im Grunde nicht erklärlicher als die Verflüssigung der Luft, die Fähigkeit der Pflanze, Blüten zu treiben, nicht weniger rätselhaft wie das prasselnde Funkenspiel eines Hochspannungs-Transformators. Aber die Laienwelt, und das ist das Publikum zu 99 pCt., will das Schaustück, das wissenschaftliche Feuerwerk, kurz etwas von Sensation nach seiner Meinung, und diesem Ver-

langen mufs man oft mehr als nötig nachgeben sehr zum Schaden einer wirklich ehrlichen und einsichtsvollen, in den richtigen Grenzen sich bewegenden Popularisierung der Wissenschaft; der goldene Geistesschatz blieb für das Volk gröfstenteils ungehoben.

Mit wissenschaftlicher und technischer Sensation ist also das Publikum ganz nach seinem Geschmack versorgt worden. Bei den Röntgenstrahlen kam der Sinn für das Mysteriöse, bei den Schnellbahnversuchen etwa die Rekordsucht auf ihre Rechnung; verstanden und nach ihrem technischen wie wirtschaftlichen Wert richtig eingeschätzt wurden diese Erscheinungen nur von wenigen. Der beste Vortrag für jedermann über die eminente wissenschaftliche Bedeutung der Röntgenstrahlen ohne Reproduktion der gespensterhaften Knochenschatten, eine noch so guts, gemeinverständliche Darlegung über den technischen Gewinn aus den Schnellbahnversuchen ohne kinematographische Darstellung des sausenden Wagens und die üblichen hellseherischen Blicke in die Zukunft würde zum zweiten Male wahrscheinlich vor leeren Bänken gehalten werden. Immer das alte Lied und das alte Leid. Als seinerzeit der vortreffliche Simonin einen geistvollen Vortrag zum Besten der Lambertschen Nordpol-Expedition hielt, brachte er kaum 30 Mark zusammen, während ein zu demselben Zwecke und am gleichen Abend veranstalteter Ball einen Reinertrag von über 1000 Mark hatte.

Die drahtlose Telephonie — obgleich sie effektvoll genug ist — hat nicht ganz die verdiente Beachtung im Publikum gefunden. Wenn man heute selbst den Gebildeten danach fragt, so wird er kaum etwas anderes zu sagen wissen, als dafs die Sache jedenfalls so ähnlich sei wie die drahtlose Telegraphie. Und damit hat er noch nicht einmal recht. Die drahtlose Telephonie hat mit elektrischen Wellen gar nichts zu tun; sie beruht der Hauptsache nach auf dem höchst merkwürdigen Verhalten des Selens, sein elektrisches Leitungsvermögen mit der Stärke der Beleuchtung zu ändern. Wir kommen darauf weiter unten noch ausführlich zurück. Vorerst mögen einmal Versuche besprochen sein, die ohne Verwendung elektrischer Wellen auf eine drahtlose Zeichenübertragung hinzielen und die, namentlich in physikalischer Beziehung, vielleicht noch interessanter sind als die Selenexperimente selbst.

Im Jahre 1887 machte unser grosser Landsmann Heinrich Hertz eine sehr beachtenswerte Entdeckung. Er fand nämlich, dafs ein elektrischer Funke, wie er etwa zwischen den beiden Elektroden eines Funkeninduktors entsteht, von einem anderen Funken aus der

Ferne in absonderlicher Weise beeinflufst wird, solange beide Funken, wir möchten sagen, einander sehen können. Tritt irgend ein Hindernis, etwa eine Pappscheibe, zwischen die Funken, so hört die Beeinflussung auf, und zwar sobald das Hindernis in die Gesichtslinie gelangt. Wollte man das Hertzsche Experiment in seiner klassischen Form auf dem Experimentiertisch aufbauen, so hätte es etwa folgendermafsen auszusehen: Zwei Funkeninduktoren I und II (Fig. 1) von möglichst gleicher Gröfse befinden sich in bezug auf ihre Primärwickelung in Hintereinanderschaltung und werden durch ein und denselben Unterbrecher U betätigt. Diese Vorsichtsmafsregel ist unbedingt nötig, da andernfalls ein absolut gleichzeitiges Auftreten beider Funken, die

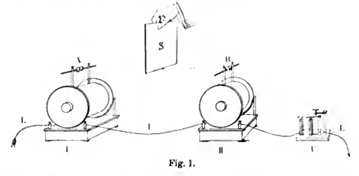


Fig. 1.

einander ja beeinflussen sollen, nicht zu erwarten wäre. Der Abstand der Funkeninduktoren kann etwa $^1/_2$ m betragen; ist er viel gröfser, so wird das Experiment unsicher. Arbeiten beide Instrumente, so tritt an den Elektroden bei A und B die bekannte rasche Aufeinanderfolge von Funken ein. Nun verfährt man weiter folgendermafsen: Man hält einen Pappschirm S zwischen die beiden Funkenstrecken und zieht dann die Elektroden bei B so weit auseinander, bis die Entladungen eben aufhören. Der erforderliche Abstand läfst sich bald herausprobieren. Damit ist alles für die Vorbereitung des Versuches getan. Entfernt man nun den Schirm, so tritt das Funkenspiel bei B sofort wieder auf; es erlischt, sobald der Schirm dazwischentritt, und dieses Spiel läfst sich beliebig oft wiederholen. Ohne Frage beeinflufst also der Funken bei A die Entladung bei B in förderndem Sinne. Visiert der aufmerksame Beobachter über die Funkenstrecken hin, so sieht er allemal dann den Funken bei B erlöschen, wenn das Hindernis in die Gesichtslinie tritt. Zweifellos ge-

schieht also die Beeinflussung durch eine von A ausgehende Strahlung, über deren Charakter man sich bald klar werden kann. Hertz konnte nachweisen, dafs es sich weder um ein elektrisches Phänomen, noch um eine bisher unbekannte Wirkung des von dem Funken A ausgehenden Lichtes handelt. Was die Entladung bei B begünstigt, sind vielmehr Ätherwellen von so geringer Ausdehnung, dafs sie vom Auge als Licht nicht mehr empfunden werden. — Uns allen ist die scheidende und analysierende Kraft eines Prismas bekannt. Fällt weifses Licht auf ein Glasprisma, so wird es zum spektralen Farbenfächer auseinandergelegt. Was vor dem Prisma vereinigt den Eindruck Weifs hervorrief, löst sich hinter dem Prisma in ein Nebeneinander der Farbenbestandteile auf. Aber diese Farbenskala hat noch eine ganz besondere Bedeutung; sie enthält die Farbenkomponenten des weifsen Lichtes zugleich geordnet nach ihren Wellenlängen und Schwingungszahlen, vom tiefen Rot beginnend über Gelb, Grün, Blau bis zum tiefen Violett. Die violetten Farbenstrahlen haben eine Wellenlänge von nur etwa 0,0004 mm. Damit ist aber das Spektrum noch keineswegs zu Ende; es hört nur auf, ein Lichtspektrum zu sein, da unser Auge noch kürzeren Wellen gegenüber versagt. Jenseits des Violett, im sogenannten „Ultraviolett", folgt noch eine ganze Gruppe von (natürlich unsichtbaren) Strahlen, deren Existenz sich aber z. B. auf der photographischen Platte verrät. Die allerkurzwelligsten von ihnen rufen das Hertzsche Phänomen hervor. Dafs die Lichtstrahlen die Erreger nicht sind, kann man auf sehr einfache Weise dartun. Man braucht nur eine Glasplatte zwischen die Funkenstrecken zu halten, um den gleichen Effekt wie mit einem undurchsichtigen Schirm hervorzurufen. Glas ist offenbar für Lichtstrahlen durchlässig, für ultraviolette Strahlen aber so gut wie undurchlässig. Quarz dagegen behält z. B. seine Durchlässigkeit auch für kurzwellige Strahlen.

Jede Lichtquelle mit grofsem Reichtum an ultravioletten Strahlen läfst sich zu dem Versuch verwenden; es braucht gerade kein Funke zu sein. Magnesiumlicht und elektrisches Bogenlicht tun dieselben Dienste, eine Kerze versagt dagegen fast ganz. Im Grunde spielt sich der Vorgang immer so ab, dafs zunächst durch die Bestrahlung negative Ladung freigemacht wird, ein Faktum, dem Hertz bereits volle Beachtung schenkte. Man kann mithin den lichtelektrischen Entladungsversuch auch ohne die kostspieligen Induktoren zeigen, indem man Licht auf den womöglich aus amalgamiertem Zink bestehenden Knopf eines negativ geladenen Goldblattelektroskopes fallen

läfst. Die Blättchen sinken sofort zusammen, sie halten jedoch inne, wenn eine Glasscheibe in den Gang der Strahlen tritt.

Typisch und höchst charakteristisch wird das Hertzsche Phänomen aber erst in verdünnten Gasen. Sind beide Elektroden der beeinflufsten Funkenstrecke — wir wollen sie die passive nennen — in eine nicht allzu hochgradig evakuierte Röhre eingeschlossen und werden die Elektroden in geeigneter Weise elektrisch aufgeladen, so tritt ein Funkenstrom schon bei relativ schwacher Bestrahlung fast augenblicklich auf. Selbstverständlich darf aber die Vakuumröhre nicht gänzlich aus Glas bestehen; denn Glas ist ja für die ultravioletten Strahlen ein undurchsichtiger Körper. Man verschliefst die Röhre meist mit einer Quarzplatte oder Quarzlinse.

Zickler gebührt das Verdienst, den Hertzschen Versuch für eine Telegraphie mit ultravioletten Strahlen ausgebildet zu haben.

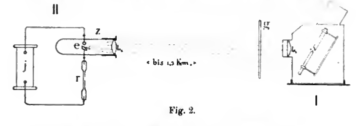


Fig. 2.

Prinzipiell hat er wenig neues hinzugefügt, in Einzelheiten zeugen aber seine Einrichtungen wie seine Versuche von grofsem Geschick und zäher Ausdauer in der Erreichung des Möglichen. Wir wollen an der Hand einer generellen Schaltungsskizze versuchen, die Anordnung seiner Apparate wiederzugeben. I (Fig. 2) ist die Aufgabestation, bestehend aus einer starken elektrischen Bogenlampe mit einem Quarzkondensator L_1, der die Strahlen parallel macht und in die Ferne schickt. Die Empfangsstation (II) wird durch die Zicklerröhre Z repräsentiert. Sie enthält in wenigen Millimetern Abstand voneinander zwei Elektroden e, beide aus Platin, jedoch von verschiedener Oberfläche, die eine kugelig, die andere in einer rautenförmigen, nach vorn geneigten Platte endigend. Durch die Quarzlinie L_2 werden die einfallenden Strahlen auf die Rautenfläche konzentriert. Ist der Funkeninduktor j, der die Röhre betreibt, richtig eingestellt und mit Strom passend belastet, so setzt der Funkenstrom zwischen den Elektroden ein, sobald die Raute bestrahlt wird. An und für sich genügt diese Einrichtung bereits vollständig zu einer Zeichengebung; denn

man könnte sich denken, daſs durch zeitweise Abblendung des Strahles auf der Sendestation mittelst des Schirmes g kurze und lange Zeichen nach Art des Morsealphabets gegeben und von einem Beobachter auf der Empfangsstation am Rhythmus des Funkenspieles erkannt werden. Zur Demonstration eignet sich der Versuch in dieser Form nicht, da nur wenige die Entladung zugleich sehen können. In solchen Fällen habe ich bei Vorträgen in der Urania mit der Zicklerröhre eine Geiſslerröhre r in denselben Stromkreis geschaltet, die dann bei jeder Entladung hell aufleuchtet.

Der gröſste und sofort ins Auge fallende Vorzug der Zicklerschen Telegraphie mit ultravioletten Strahlen ist die absolute Geheimhaltung der Depesche. Das funkentelegraphische Wort bleibt allen Abstimmungsversuchen zum Trotz und bei allen gegenteiligen Versicherungen in des Wortes eigentlichster Bedeutung noch immer vogelfrei; die rein optischen Signale mit dem Scheinwerfer, oder bei Tage mit dem Heliographen laufen dagegen Gefahr, von dem Kundigen entziffert zu werden; was in dem Lichtstrahl zwischen den Zicklerschen Stationen vor sich geht, wird niemand gewahr. Denn die ultravioletten Begleiter des elektrischen Kohlenlichtes sind unsichtbar, jede Glasscheibe kann zur Abdeckung und Zeichengebung dienen, während der Lichtstrahl für das Auge kaum merklich verändert wird, auch läſst sich der Strahlenkegel so genau auf einen bestimmten Punkt richten, daſs ein seitliches Abfangen der Depesche auſser dem Bereiche der Möglichkeit liegt.

Wenn man trotz dieser Vorzüge von der Telegraphie mit ultraviolettem Licht nur wenig gehört hat, so ist dies wohl begründet. Nicht als ob man sich an der Vergänglichkeit der Zeichen stieſse. Es ist ein Leichtes, das Funkenspiel in ein lautes akustisches Signal, ja selbst mit Hilfe des Morseapparates in gedruckte Zeichen zu verwandeln. Es bietet auch keinerlei Schwierigkeit, eine passende Geberblende aus Glas zu konstruieren, die das Telegramm in exaktester Weise aufgibt. Man könnte sogar selbst daran denken, mit Hilfe der Zicklerschen Anordnung das gesprochene Wort zu übermitteln, — nur eines kann man leider nicht, und gerade das ist von prinzipieller Bedeutung: den Abstand der Stationen auf das praktisch erwünschte Maſs bringen. Während nämlich die Luft für Lichtstrahlen leidlich durchlässig ist, wirkt sie auf die ultraviolette Strahlung schon in verhältnismäſsig geringen Schichtendicken wie ein trübes, stark absorbierendes Medium, und zwar auch dann, wenn sie optisch ganz klar erscheint. Wenn Zickler noch bis auf etwa $1^1/_2$ km leserliche Zeichen abgeben konnte,

so mufs man in der Tat seiner Ausdauer und seinem Geschick alle Achtung zollen. Anfangs gelangen die Versuche nur auf etwa 50 m. Von der Absorptionsfähigkeit der Luft für ultraviolette Strahlen kann sich jeder überzeugen, der elektrische Bogenlampen aus der Ferne beobachtet. Er wird dann sicher bemerken, wie ihr ausgesprochen bläuliches Licht ganz verschwindet und, was den Farbenton anbelangt, sich kaum noch von dem einer Gasglühlichtlaterne unterscheiden läfst. Wer einmal den neuen Helgoländer Leuchtturm aus grofser Entfernung beobachtet hat, wird sicher auf alles andere, nur nicht auf elektrisches Bogenlicht geraten haben. Denn der am Horizont wandernde Schein sieht eher rötlich als weifs oder gar bläulich aus.

Für eine rein optische Zeichengebung ist diese Filterfähigkeit der Luft kaum von Bedeutung, da ja ohnehin die kurzwelligen Strahlen nur wenig auf das Auge einwirken; die Zicklersche Telegraphie steht und fällt jedoch mit diesem Umstand, denn sie ist allein auf die ultravioletten Strahlen angewiesen. Die Luftteilchen sind offenbar Hindernisse für diese Strahlung und gleichsam Klippen in der Lichtwellenbrandung. Wie eine Wasserwelle, wenn sie grofs und ausgedehnt genug ist, um den Felsen zusammenschlägt oder ihn überspült und dann weitereilt, dagegen zerschellt, wenn sie nur kurz ist, so kommen die roten Lichtwellen am ehesten über die Luftklippen fort, während die kürzeren blauen oder gar violetten und ultravioletten an ihnen zugrunde gehen. Man hat ultraviolette Strahlen von etwa nur zweitausendstel Millimeter Länge nachgewiesen, die nicht einmal mehr eine Hand breit Luft zu durchdringen vermögen.

Gerade wie die lichtelektrische Telegraphie benutzt auch die drahtlose Telephonie das von einer starken Lichtquelle ausgehende Strahlenbündel und dessen Intensitätsschwankungen zur Zeichenübermittelung. Aber sie hat vor der Zicklerschen Telegraphie zunächst den grofsen Vorzug, sich der durchdringungsfähigen Lichtstrahlen selbst bedienen zu können, ohne jedoch die Intensitätsschwankungen für das Auge sichtbar werden zu lassen. Die Sprechströme und die durch sie veranlafsten Veränderungen in der Lichtstärke sind viel zu frequent, als dafs das Auge ihnen zu folgen vermöchte. Sie sichern die Geheimhaltung des Gesprächs vollkommen. Freilich stehen diesen unleugbaren Vorteilen auch Nachteile gegenüber, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Die drahtlose Telephonie beruht auf den in vieler Beziehung höchst merkwürdigen Eigenschaften des Selens. Das Selen ist zwar dem Schwefel chemisch verwandt, besitzt aber gleich dem Kohlenstoff

und dem Phosphor eine Proteusnatur. Es taucht in zwei verschiedenen Gestalten auf. Die eine Form — und zwar die gewöhnliche — zeigt den interessanten Körper in einem spröden, glasigen Zustande; seine Farbe ist fast schwarz, die elektrische Leitfähigkeit so gut wie Null. Sobald jedoch das glasige Selen eine Zeitlang auf etwa 100° C. erwärmt wird, verändert es sein Aussehen und seine Eigenschaften. Es ist nun dunkelgrau, graphitähnlich und ein leidlich guter Leiter der Elektrizität; aber es hat noch eine ganz besondere Eigenschaft: es läfst den Strom bei Tage leichter hindurch als bei Nacht, oder, mit anderen Worten, sein Widerstand ist von der Intensität der Beleuchtung abhängig. Diese merkwürdige Tatsache wurde im Jahre 1873 von dem Elektriker Willoughby Smith, nach anderen von dessen Gehilfen Mey rein zufällig entdeckt, als es sich um die Herstellung sehr hoher Leitungswiderstände handelte. Man kann das Verhalten des Selens etwa folgendermafsen zeigen. Eine Tafel aus kristallinischem Selen (s. Fig. 3a) steht einerseits mit einer galvanischen Batterie, anderseits mit einem Stromstärke-Mefsinstrument (in der Mitte der Abbildung) in Verbindung. Wenn dieses Mefsinstrument nicht aufserordentlich empfindlich ist und nicht etwa schon bei einer Stromstärke von nur $^1/_{1000}$ Amp. einen merkbaren Ausschlag zeigt, so wird es zunächst fast gar keine Angaben machen, denn die Selentafel besitzt einen ungemein hohen Widerstand, vorausgesetzt, dafs sie im Dunkeln steht. Fällt nun irgend ein Lichtstrahl auf das Selen — z. B. von der Kerzenflamme K (Fig. 3b) —, so verändern sich die Verhältnisse auf der Stelle. Der Zeiger des Mefsinstrumentes läuft über die Skala hin und meldet eine erhöhte Stromstärke. Ohne Frage ist also der Leitungswiderstand des Selens durch die Bestrahlung vermindert worden. Untersucht man verschiedene Lichtarten, so wird man blaues und violettes Licht weniger wirksam finden als rotes und gelbes, Strahlen also, die zugleich eine Wärmewirkung ausüben. Mit dem Beginn der Belichtung sinkt der Widerstand fast augenblicklich, aber er fällt noch eine kurze Zeit, wenn die Belichtung schon aufgehört hat. Diese Trägheit des Selens und seine begrenzte Fähigkeit, sehr schnellen Intensitätsschwankungen der Beleuchtung ausgiebig zu folgen, sind sein Unglück; sie haben viele auf den seltsamen Körper gesetzte Hoffnungen zu nichte gemacht.

Was mag nun wohl im Selen bei der Belichtung vor sich gehen? Offenbar handelt es sich um einen Vorgang an der Oberfläche, denn das Licht dringt in den grauschwarzen, glänzenden Körper kaum ein. Sollten etwa hier noch Spuren der alten, glasigen Selen-

form zurückgeblieben sein und vorübergehend in den kristallinischen Zustand zurückverwandelt werden, ein Prozeſs, der sich natürlich bei seinen engen Grenzen und der Geschwindigkeit, mit der er sich in vielen Fällen abspielt, dem forschenden Auge ganz entzieht? Oder sollten etwa gewisse Beimengungen des Selens für den Ablauf der Erscheinung viel wichtiger sein, als man anfangs annahm? Auch diese Vermutung trifft einstweilen noch, gerade wie die erste, ins Ungewisse; vielleicht ist keine von ihnen richtig. Hier eröffnet sich in der Tat der wissenschaftlichen Forschung ein interessantes Gebiet.

Auch das Selen sollte einmal das Allerweltsmittel für allerhand Probleme sein; manche sind noch heute dieser Meinung. Eine Schar

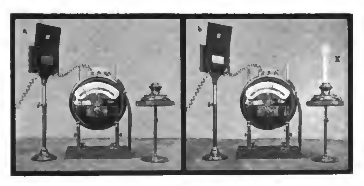


Fig 3.

von mehr oder minder professionsmäſsigen Erfindern fiel über den neuen Stoff her und verarbeitete ihn zu allerhand Millionenprojekten. Keines von ihnen war realisierbar, auch nicht die verständigeren, so z. B. das Problem, mit Hilfe des Selens lebendige Abbildungen der Natur, wie sie auf der Mattscheibe des photographischen Apparates zu sehen sind, telegraphisch in die Ferne zu übertragen. Dieser Versuch scheiterte hauptsächlich an der Trägheit wie an gewissen Ermüdungserscheinungen des Selens. Trotzdem ist und bleibt das Selen für gewisse Zwecke ein wertvoller Körper. So könnte es vielleicht — eine geeignete Konstruktion aller Nebenapparate vorausgesetzt — dazu dienen, einzelne Laternen oder ganze Gruppen bei beginnender Dämmerung oder dichtem Nebel anzustecken und beim Morgengrauen zu löschen, Blickfeuer an weit vorgelagerten Bojen zu unterhalten oder doch über Tag auszuschalten, Lichtquellen miteinander

zu vergleichen und anderes mehr. Auch für die drahtlose Telephonie ist es in gewissen Grenzen geeignet.

Die drahtlose Telephonie ist weit älter als die drahtlose Telegraphie. Bald nachdem Graham Bell das Telephon im Jahre 1877 zum zweiten Male erfunden und in praktische Gestalt gebracht hatte (der erste Erfinder war bekanntlich, ebenso wie derjenige des Mikrophons Philipp Reis), dachte er daran, die photoelektrischen Eigenschaften des Selens für die Lautübertragung auszunutzen. Die von ihm erfundene Anordnung ist folgende: Die Schallmembran eines Sprachrohrs wird durch eine sehr dünne, versilberte Glas- oder Glimmerscheibe gebildet. Fällt ein Sonnenstrahl oder auch ein Bündel künstlich parallel gemachter Lichtstrahlen von einer Bogenlampe auf die Membran, so werden diese Strahlen von der spiegelnden Membran zurückgeworfen und gehen parallel gerichtet in die Ferne. Spricht man jedoch in das Rohr, so wird die Membran im Rhythmus der Schallwellen nach der einen oder anderen Seite durchgedrückt; sie bildet also bald einen Konvex-, bald einen Konkavspiegel. In unmittelbarer Folge davon werden die von ihr reflektierten Lichtstrahlen bald auseinandergeworfen, bald zusammengezogen und konzentriert. Fällt das reflektierte Strahlenbündel auf eine Selenzelle, so sieht man wohl, wie diese rhythmischen Beleuchtungsschwankungen ausgesetzt wird und wie schliefslich diese Lichtschwankungen in Stromschwankungen und dann in Schallschwankungen umgesetzt werden können, wenn in dem Stromkreis der Selenzelle eine Batterie und ein Telephon liegt. Im Telephon hört man dann ab, was auf der anderen Station in das Sprachrohr gerufen wird. Überträger der Sprache und gleichsam die Brücke, auf der sie hineilt, ist der beide Stationen verbindende Lichtstrahl.

Es gelang Bell und Tainter seinerzeit, bis auf etwa 200 m Entfernung die menschliche Sprache, wenn auch schwach, so doch verständlich, zu übermitteln. Wenn man trotzdem von den Versuchen später nicht mehr viel gehört hat und auch in der Angelegenheit nicht viel mehr getan worden ist, so lag dies wohl in der Hauptsache an der aussichtslosen Unzulänglichkeit des Sendeapparates. Erst im Jahre 1901 kam wieder Bewegung in die Versuche, als Simon in Erlangen, jetzt in Göttingen, die sogenannte singende Bogenlampe entdeckte. Die Leser von „Himmel und Erde“ kennen das Prinzip der singenden Bogenlampe bereits aus dem Jahrgang XIV, Heft 1. In Kürze mag hier noch einmal mitgeteilt sein, dafs der Lichtbogen einer elektrischen Kohlenlampe das den Laut reproduzierende Telephon mit einem gewissen

Erfolge zu ersetzen vermag, da anscheinend sein Volumen unter dem Einflufs rhythmischer Stromschwankungen variiert und so Schallwellen an die umgebende Luft abgibt. Zum Ansprechen der Lampe verwendet man ein Mikrophon, dessen Stromkreis den Lampenstromkreis elektromagnetisch beeinflufst. So lagern sich die Sprechströme gewissermafsen über den Lampenstrom hin. Wenn die dadurch auftretenden Lichtschwankungen zwar zu gering sind und auch zu schnell verlaufen, als dafs sie vom Auge direkt empfunden werden könnten, so genügen sie doch, um sich am Selen zu betätigen. Freilich kommt auch hier wieder die Trägheit des Selens und seine Un-

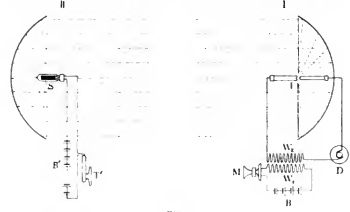


Fig. 4.

fähigkeit, die Schwankungen in voller Gröfse zu reproduzieren, hindernd in Frage.

Fig. 4 stellt eine der gebräuchlichsten Schaltungsformen für die Telephonie ohne Draht — man könnte sie auch photoelektrische Telephonie nennen — dar. Auf der Station I (der Sendestation) befindet sich das Mikrophon M, die Mikrophonbatterie B und, demselben Stromkreis angehörend, noch die dünnere Wickelung W_1 eines Transformators.

Ein Transformator besteht im Prinzip aus zwei voneinander unabhängigen Drahtwickelungen auf einem Eisenkern; er gestattet, zwei Stromkreise voneinander abhängig zu machen, ohne dafs sie einen Teil der Leitung gemeinsam hätten. Wenn die beiden Wickelungen W_1 und W_2 in der Figur nebeneinander erscheinen statt ineinander verschränkt, so geschieht dies nur der besseren Übersicht-

lichkeit wegen. W_2 gehört einem Stromkreise an, der aufser der Dynamomaschine D bezügl. einer adäquaten Batterie noch die Bogenlampe L enthält. Sie steht im Brennpunkt eines parabolischen Hohlspiegels und sendet ihr paralleles Strahlenbündel der Empfangsstation II zu. Dort befindet sich im Brennpunkt eines Hohlspiegels die Selenzelle S; sie liegt zusammen mit einer Batterie B^1 und einem Telephon T^1 in einem Stromkreis. In der schon vorher geschilderten Weise nimmt die Bogenlampe die Stromschwankungen im Mikrophonkreise auf und überträgt sie als Lichtschwankungen auf den Spiegel der Empfangsstation und auf die Selenzelle. Durch die Stromschwankungen im Selenstromkreis wird die Membran des Telephons in Bewegung gesetzt und gibt das gesprochene Wort wieder. Die Empfangsvorrichtung mit der Selenzelle ist noch einmal auf Figur 5 abgebildet.

Begreiflicherweise hat man an der Selenzelle viel herumstudiert und herumprobiert, ohne aber den alten Fehler der Trägheit beseitigen oder auch nur ein durchweg gleichmäfsiges Fabrikat erzielen zu können. Anfangs waren die tafelförmigen Zellen (Figur 3) sehr beliebt, neuerdings hat jedoch Ruhmer mit Erfolg zylinderförmige im Vakuum (S in Figur 5) verwendet. Möglicherweise können noch weitere Verbesserungen erzielt werden.

Blättert der Leser zurück, so findet er, dem Aufsatz vorgeheftet, eine Darstellung des Selenversuches in der Urania. Der Geberscheinwerfer ist hier durch eine Linsenvorrichtung ersetzt, um die Bogenlampe, deren lautes Geschwätz stören würde, nach allen Seiten schalldicht abschliefsen zu können. Denn man glaube ja nicht etwa, dafs das Experiment objektiv ist in dem Sinne einer lauten und für jedermann im Saale vernehmlichen Wiedergabe der Sprache. Die Lautwirkung ist sehr gering und entspricht keineswegs der Stärke der sonst gehörten Telephongespräche; man mufs schon die Hörer dicht an die Ohren drücken und sich auch sonst gegen alle Nebengeräusche möglichst schützen, um alles zu verstehen. Dagegen überrascht die Klangreinheit; alle unangenehmen, schnarrenden und quäkenden Töne, wie man sie an der Bogenlampe selbst hört, sind völlig verschwunden, sogar die Klangfarbe der Stimme kommt in überraschender Weise zum Ausdruck. Bei einer lauten Wiedergabe dürften wohl die Verhältnisse ganz anders liegen. — Jeder Zuhörer tritt also am Schlufs der Vorlesung an den Empfangsapparat heran, während gleichzeitig eine Blende den Lichtstrahl zeitweise abschneidet und die Übertragung unterbricht.

Nach den Untersuchungen von Simon und Reich in Göttingen

iet die Änderung der Lichtinteneität vorzugeweiee im Krater der positiven Bogenlichtkohle zu euchen. Ein eonderbarer Vorgang in der Tat! Der Bogenlichtstrom iet ein wahrer Riese gegen die durch die Schallwellen im Mikrophonkreie hervorgerufenen Stromechwankungen; und doch drückt der Kleinere dem Gröfeeren den Stempel eeiner Eigenart auf. Im Rhythmue der Sprachschwingungen verändert die plumpe Kohle ihre Temperatur oft taueendmal und mehr in einer einzigen Sekunde; in ihrem anscheinend ruhigen Licht schwebt und webt der ganze Klangzauber der menschlichen Sprache.



Fig. 5.

Es hat eich ale günetig herauegeetellt, die Lampe nicht mit zu grofser Strometärke brennen zu laseen. Vier hie fünf Ampère genügen auf kurze Entfernungen vollkommen, eine höhere Strometärke schadet sogar mehr ale eie nützt. — Schliefelich kann man auch dee Bogenlichtes und überhaupt jeglicher Mithilfe der Elektrizität ganz entraten; mehrere Wege führen zur Löeung deeeelben Probleme. Schon Bell selhet hat ja die an einer beweglichen Memhran gespiegelten Sonnenstrahlen zur Lautübertragung benutzt. Jede Lichtquelle, deren Intensität eich durch Schallwellen heeinfluesen läfet, kann prinzipiell an die Stelle der Bogenlampe treten, etwa ein Knallgasbrenner mit

beweglicher Kalkplatte, eine manometrische Gasflamme u. s. f. Auch das Selen braucht man schliefslich nicht einmal. Läfst man z. B. die Lichtstrahlen auf irgendwelche Körper fallen, so beginnt die ihnen anhaftende Lufthülle zu tönen. Berufste Gegenstände namentlich, so etwa in einem Glasrohr eingeschlossene Glimmerstückchen oder Bruchteile von Glühlampenfäden, geben recht respektable Wirkungen. Ein von dem Glasbehälter ausgehender Schlauch wird dann als Hörrohr benutzt. Vielleicht haben alle diese Methoden einmal eine Bedeutung, wenn sie zunächst auch vor der photoelektrischen zurückstehen müssen.

Selbstverständlich ist es ganz müfsig, von den Aussichten der drahtlosen Telephonie zu reden. Wir haben es erlebt, dafs ganz unscheinbare Entdeckungen zu förmlichen Umwälzungen auf technischem, wissenschaftlichem und wirtschaftlichem Gebiet geführt haben, während man von anfangs viel verheifsenden Neuerungen gar nicht mehr spricht. Übertriebene Hoffnungen bleiben zudem meist unerfüllt. Bis jetzt gelingen die photoelektrischen Versuche — eine günstige Atmosphäre vorausgesetzt — auf einige Kilometer Entfernung, etwas weiter, wenn man auf eine Wiedergabe der Sprache verzichtet und sich mit Morsezeichen begnügt; auch kann man schliefslich das gesprochene Wort mit dem Poulsenschen Telegraphon elektromagnetisch oder mit Hilfe eines bewegten Filmstreifens kinematographisch fixieren. Diese Methoden sind natürlich noch unsicher und erst in der Ausbildung begriffen. In gewissen Fällen und in engeren Grenzen wird aber die photoelektrische Telephonie schon jetzt gute Dienste leisten können, so etwa beim Verkehr von Schiffen untereinander oder wenn es sich darum handelt, vom Leuchtturm aus mit einem Fahrzeug auf See in Verbindung zu treten. Das ist für den Anfang gewifs schon genug.





Sinnesorgane und physikalische Instrumente.

Von Dr. G. **Angenheister** in Heidelberg.

Die Kinematik oder Lehre von den Bewegungen ohne Berücksichtigung der Trägheit der Massen ist wie die reine Raum- und Zeitlehre ein Zweig der Mathematik, nämlich die auf den Begriff der Bewegung angewandte Mathematik. Sie sagt nichts darüber aus, ob es Bewegung gibt oder nicht, auch nichts darüber, wenn es eine Bewegung gibt, ob sie unter logischen Gesetzen stehe oder nicht; sie sagt nur, wenn es Bewegung nach logischen Gesetzen gibt, so mufs sie so und so sein.[1]) Die Kinematik ist also wie die Mathematik eine rein formale Wissenschaft, die soweit wie die Mathematik unabhängig von unserer durch sinnliche Wahrnehmung erworbenen Erfahrung ist. Sie hat soviel wie diese apodiktische Gewifsheit, aber ebenfalls auch keinen realen Erkenntniswert; denn zu entscheiden, ob es Bewegung nach rein logischen Gesetzen gibt, dazu ist die Erfahrung, also die sinnliche Wahrnehmung, notwendig.

Geht man also von der reinen Bewegungslehre zur Lehre von der Bewegung der trägen Massen, zur Physik über, so müssen alle Fragen vor den Richterstuhl der Erfahrung gebracht und dort entschieden werden. Hier verliert die Physik als Wissenschaft ihre apodiktische Gewifsheit, denn die Erhebung der Erfahrung zur suprema lex enthält etwas Hypothetisches. Sie setzt nämlich voraus, dafs zwischen unseren sinnlichen Wahrnehmungen, und damit zwischen den durch sie bedingten Zuständen unseres Bewufstseins in uns, und den Naturvorgängen aufser uns ein Zusammenhang bestehe.

Die Sinne sind die Tore, durch welche die Kenntnis von dem Geschehen aufser uns in unser Bewufstsein eingeht. Die Empfindungen, die durch die Reizung unserer Sinne in uns wachgerufen werden, sind die Bilder der Welt in unserem Bewufstsein. Welcher Zusam-

---

[1]) Vergl. E. v. Hartmann, Weltanschauung d. modernen Physik, 1902

menhang besteht nun zwischen den Bildern in uns und den Naturvorgängen aufser uns?

Um diese für das Naturerkennen wichtige Frage zu lösen, müfste man die Gesetze, welche die Naturvorgänge aufser uns beherrschen, die physikalischen, sowie die, welche für die Bewufstseinsvorgänge, die Bewegung der Bilder in uns, gelten, die psychologischen, kennen und die Funktionen der Vermittler dieser Bilder, die physiologischen Funktionen der Sinnesorgane. Dann könnte man die mathematische Funktion finden, welche die Bewufstseinsbilder und das äufsere Geschehen aneinander bindet, und man würde dadurch, mehr wie ein Bild, eine apodiktisch gewisse Kenntnis des Weltgeschehens erlangen. Aber man hat weder diese mathematische Funktion, noch was zu ihrer Bildung gehört; und was wir von der Welt kennen, ist nichts als ein Bild, das die nun gerade mal so und so gebaute camera obscura unserer Sinne in unser Bewufstsein hineinprojiziert. Wieweit es durch diese Projektion verzerrt und entstellt wird, und wie man aus den Eigenschaften des Bildes die Eigenschaften der Bilderreger, der Dinge aufser uns, ermittelt, das suchen wir noch zu erfahren. Wieweit es bisher gelungen ist, die Eigentümlichkeiten unserer Weltbildvermittler, unserer Sinne, zu erkennen und sich von ihnen unabhängig zu machen, soll weiter auseinandergesetzt werden.

Was wir äufseres Geschehen nennen, ist Wanderung (Ortsveränderung) oder Wandlung der Energie. Phänomene der ersten Art sind Planetenbewegungen, Wärmeleitung, Lichtstrahlung; Phänomene der zweiten Art sind Übergang von Wärme oder von elektrischer Energie in mechanische Energie oder in Licht, wie bei den thermodynamischen und elektrischen Maschinen, oder wie beim Gewitter, Sturm und Blitz, wo ein Teil der Energie sich noch in akustische Energie, Donner, umsetzt.

Was wir wahrnehmen, ist Änderung der Eigenenergie unserer Sinnesorgane. Eine dauernde Reizung ruft keine Änderung der Eigenenergie unserer Sinne hervor und wird deshalb auch nicht wahrgenommen. So nehmen wir die Aderfiguren der Netzhaut für gewöhnlich nicht wahr, weil ihr Bild (Schattenbild) immer auf dieselbe Stelle der lichtempfindlichen Schicht fällt, und die Gewöhnung daran macht, dafs es nicht wahrgenommen wird. Bei dem Versuch von Purkinje wird das Bild der Aderfigur durch eine seitliche Beleuchtung künstlich auf eine ungewohnte Stelle geworfen und infolgedessen dort auch wahrgenommen. Bei jeder Sinneswahrnehmung werden Bewegungen des Äthers oder der Luft oder sonstiger unsere Sinne

erregender Materien in Bewegungszustände unserer peripheren Sinnesnerven umgesetzt. Von hier leiten Nervenfasern die Störung bis zu den Sinneszentren des Grofsgehirns, wobei diesen Leitungsfasern wahrscheinlich eine ähnliche Aufgabe zukommt wie elektrischen Leitungsdrähten, die z. B. beim Telephon nicht etwa den Schall selbst fortleiten, sondern nur eine durch ihn erzeugte Schwankung in der elektrischen Stromintensität. Welcher Effekt am Ende der Leitungsbahn erzielt wird, hängt davon ab, welche Empfangsapparate dort eingeschaltet sind.

Äufseres Geschehen ist also Wanderung oder Wandlung der Energie aufser uns, innere Erfahrung beruht auf Änderung der Eigenenergie unserer Sinnesorgane. Welches ist nun der Zusammenhang zwischen beiden? Besteht eine quantitativ gesetzmäfsige Beziehung zwischen äufserem Geschehen (Reiz) und Empfindung? Wie stark mufs ein Reiz sein, um überhaupt wahrgenommen zu werden? Sind die Empfindungen miteinander vergleichbar, wie es die Reize sind?

Um den letzten Punkt gleich vorweg zu nehmen, so kann man sagen, dafs ein Vergleichen der Empfindungen verschiedener Sinnesorgane etwas Unmögliches ist. Die Schallempfindung ist z. B. durchaus etwas sui generis, das weder mit einer Farben-, Geschmacks- noch Wärmeempfindung verglichen werden kann. Man spricht wohl von Farbentönen, und manche harmonische Beziehung der Musik hat im Reich der Farben ein Analogon; so stehen die Schwingungszahlen der Farben, die die schönste Zusammenstellung ergeben, in demselben Verhältnis wie die Schwingungszahlen der Töne der wohlklingendsten Akkorde; der berühmten Triade der italienischen Meister: Rot-Grün-Violett würde in der Musik der ungemein angenehme Quart-Sext-Akkord d-g-h von G-dur entsprechen; aber von einem wirklichen Vergleichen bestimmter Tonempfindungen mit bestimmten Farben- oder Geruchsempfindungen kann doch wohl nicht die Rede sein. Dafs sich dagegen die Reize sehr wohl vergleichen lassen, zeigt die Physik; in manchen Fällen gelingt es ihr sogar nachzuweisen, dafs dort, wo uns die Sinne qualitativ verschiedene, gänzlich unvergleichbare Bilder liefern, Vorgänge gleicher Art stattfinden. So führt sie uns zu der Erkenntnis, dafs Licht-, Wärme- und elektrische Strahlung sich nur durch ihre Wellenlänge unterscheiden, dafs Töne und pendelnde Bewegung kleiner Massen ein und dasselbe sind.

Aber nicht nur dafs Empfindungen verschiedener Organe unvergleichbar sind, eine gesetzmäfsige Beziehung zwischen quantitativ verschiedenen Empfindungen ein und desselben Organs und den sie

hervorrufenden Reizen läfst, sich auch nicht mit Sicherheit nachweisen. So mufs zunächst der Reiz einen Schwellenwert überschreiten, um überhaupt eine Empfindung wachzurufen. Wird der Reiz weiter gesteigert, so wird zunächst auch die Empfindung eine stärkere, ob aber, wie vielfach behauptet worden ist, die Empfindung proportional ist dem natürlichen Logarithmus des Reizes (E = const. log nat R), ob überhaupt eine mathematisch ausdrückbare Gesetzmäfsigkeit zwischen Reiz und Empfindung besteht, ist zum mindesten sehr zweifelhaft; jedenfalls aber ist sicher, dafs eine solche Gesetzmäfsigkeit nur zwischen bestimmten Grenzen bestehen kann; denn während die Stärke des äufseren Reizes beliebig gesteigert werden kann, überschreitet die Stärke der Empfindung eine gewisse obere Grenze niemals. Dieses Maximum der Empfindung tritt schon bei einer verhältnismäfsig geringen Reizstärke ein; eine weitere Steigerung des Reizes bewirkt nicht nur nicht mehr eine quantitative Zunahme der Empfindung, sondern sogar eine zunehmende Ermüdung und Erschöpfung der peripheren Sinnesorgane. Würden wir also von unseren direkten Empfindungen auf die äufseren Vorgänge schliefsen, so könnten wir uns oft ein falsches Urteil über dieselben bilden.

Dieses sind genügende Gründe, den Standpunkt des naiven Beschauers zu verlassen und sich möglichst von der spezifischen Eigenschaft unserer Sinnesorgane unabhängig zu machen, wenn man zu einem einheitlichen, den wirklichen Naturvorgängen mehr entsprechenden Weltbilde gelangen will, was die Natur in höherem Mafse auszunutzen ermöglicht. Dies tut die Physik.

Bei der Erforschung der Beziehungen zwischen den für unsere sinnliche Wahrnehmung qualitativ verschiedenen Vorgängen in der Natur richtet die Physik ihre Aufmerksamkeit stark auf jene Beziehungen, welche alle physikalischen Vorgänge zu einer besonderen Art von Vorgängen besitzen, nämlich zu den mechanischen Vorgängen; denn alle Naturphänomene sind in intimer Weise mit mechanischen Vorgängen verbunden; so dehnt die Wärme die Körper aus, der Schall bewegt ihre Massen pendelförmig, der Magnetismus läfst sie sich anziehen und abstofsen oder indifferent gegeneinander verhalten, die Elektrizität wirkt bewegend auf die Massen, und, wenn sie selbst in Bewegung ist, auf benachbarte Magnete. Solche mechanische Begleiterscheinungen benutzt die Physik als gemeinsames Mafs und Vergleichsmittel für die unseren Sinnen heterogen erscheinenden Phänomene. Alle Naturvorgänge werden dadurch dem Urteil eines einzigen Sinnes, nämlich dem Urteil des Gesichtssinnes

unterworfen, denn die mechanischen Bewegungserscheinungen fallen alle in den Wahrnehmungsbereich des Gesichtssinnes. Dadurch, dafs wir die Naturvorgänge an ihren mechanischen Wirkungen studieren, liegen die Verhältnisse in zweifacher Weise recht günstig, nämlich erstens sind uns die mechanischen Fundamentalgesetze von Kindheit an durch unsere körperlichen Bewegungen auf das innigste vertraut, und ferner können wir durch unsere Tastorgane die mechanischen Bewegungen kontrollieren.

Die physikalischen Mefsinstrumente, welche die mechanischen Begleiterscheinungen anzeigen und zugleich auch messen, sind ihrem Zweck entsprechend vorwiegend Längen-, Zeit- und Massenmefsinstrumente, denn Raum, Zeit und Masse sind die Gröfsen — Dimensionen —, deren gegenseitige Veränderlichkeit die Mechanik darstellt. Ihre Einheiten sind cm, gr, sec. Diese Instrumente besitzen nicht die störenden Fehler unserer Sinne. Bei ihnen herrscht gesetzmäfsige, mathematisch ausdrückbare Beziehung zwischen Reiz und Empfindung oder, wie man es bei ihnen nennt, zwischen Belastung und Ausschlag. Die gesetzmäfsige Beziehung zwischen beiden herzuleiten, ist Aufgabe der Mechanik. Diese findet solche Beziehungen, wie z. B. das Hebelgesetz für Massenmefsinstrumente und das Pendelgesetz für Zeitmefsinstrumente.

Mit diesen Instrumenten können nun die mechanischen Begleiterscheinungen der Änderungen der verschiedenen Energiearten gemessen und verglichen werden. Diese Möglichkeit ist eine der wichtigsten Errungenschaften der modernen Naturerkenntnis und eine Hauptursache des Aufschwungs der Technik; denn nur dadurch, dafs für alle Energiearten ein gemeinsames Mafs gefunden war, konnte die Technik sie vergleichen und rechnerisch ihre Änderungen verfolgen. — Bei Dampfmaschinen findet eine Wandlung von Wärme in mechanische Energie statt. Die mechanische Energie wird praktisch gemessen durch Pferdekräfte. Eine Pferdekraft ist gleich 75 kg-m, d. h. gleich einer Kraft, die 75 Kilogramm in einer Sekunde einen Meter hoch hebt. Die Wärmeenergie wird gemessen durch Kilogramm-Kalorie d. h. durch jene Wärmemenge, die ein Liter Wasser von 0° auf 1° erwärmt. Dieser Effekt, die Erwärmung eines Liter Wassers von 0° auf 1°, kann auch durch mechanische Arbeit — das Wasser wird gerührt, dadurch Reibung und Wärme erzeugt — erreicht werden. Die gleiche Temperatursteigerung wird in beiden Fällen durch die gleiche Volumenvergröfserung des Quecksilbers im Thermometer gemessen. Die mechanische Arbeit, die zu obiger

Temperatursteigerung notwendig ist, ist gleich 430,7 kg-m. Man setzt deshalb 1 kg-Kalorie äquivalent 430,7 kg-m.

Bei einer elektrischen Strafsenbahn treibt eine Dampfmaschine eine Dynamomaschine; diese liefert den elektrischen Strom, den der Strafsenbahnwagen aus dem Leitungsdraht entnimmt und in mechanische Arbeit umsetzt. Hier ist also Wandlung von Wärme in mechanische, von mechanischer in elektrische und schliefslich von elektrischer in mechanische Energie vorhanden. Die praktische Einheit der elektrischen Stromarbeit pro Sekunde ist das Volt-Ampère oder Watt. Dies ist der mechanische Effekt von 0,102 kg-m, den ein Strom von 1 Ampère Stromstärke in einem Draht, an dessen Enden die Spannung 1 Volt herrscht, in der Sekunde hervorbringt. Gemessen wird der Effekt durch die Bewegung eines Magneten, die durch den vorbeifliefsenden elektrischen Strom veranlafst wird. Die Bewegung des Magneten fordert eine ganz bestimmte, mefsbare, mechanische Energie, die der elektrischen Stromenergie äquivalent gesetzt wird. 1 Volt-Ampère $= 0{,}102$ kg-m $= \frac{0{,}102}{430{,}7} = 0{,}000\,237$ Kalorien.

Die Stärke eines elektrischen Stromes kann an seiner Wärmewirkung gemessen werden; die in einem Stromkreis erzeugte Wärme ist dem Quadrat der Stromstärke proportional; die erzeugte Wärme mifst man an der Ausdehnung des erwärmten Körpers selbst, oder an der Temperaturerhöhung eines diesen Körper umgebenden Bades. Ferner findet man in der chemischen Wirkung des Stromes noch ein Mafs für seine Stärke. Das Gewicht des pro Sekunde aus einer bestimmten Silbernitratlösung durch die Wirkung eines Stromes von 1 Ampère Stärke ausgeschiedenen Silbers dient hier als Einheit (0,00 1118 gr). Bei chemischen Prozessen kann man die entwickelte oder absorbierte Wärme, die sogenannte Wärmetönung in Kalorien und damit in Kilogramm-Metern messen und so als Mafs und Vergleichsmittel benutzen. So werden Energiearten, die in unserer sinnlichen Empfindung unvergleichbar sind, nach gleichem Mafs gemessen. Dadurch ist man z. B. in der Lage, die einer Maschine zugeführte Energie mit der Arbeit zu vergleichen, die die Maschine zu leisten imstande ist; bei der Dampfmaschine die vom Kesselwasser aufgenommene Wärme mit der in Pferdekräften gemessenen Arbeit, die die Maschine ausführt. Aus beiden berechnet sich die durch Strahlung und Reibung verlorene Energie. — Eine Bogenlampe verbraucht etwa 880 Watt (16 Ampère, 55 Volt) oder 0,21 kg-Kalorien. Die Lichtstärke ist etwa 1600 Kerzen. Ein Gasbrenner, der etwa 0,22 kg-

Kalorien pro Sekunde verbraucht, hat nur 15 Kerzen Stärke.[2]) Die elektrische Energie zeigt sich hier stark überlegen.

Dies Messen und Vergleichen der Energie ist jedoch nicht die einzige Leistung der physikalischen Instrumente. Ihre grofse Bedeutung liegt auch vor allem darin, dafs sie den Wahrnehmungsbereich unserer Sinne erweitern, indem sie den Schwellenwert des Reizes herabmindern. Beschränken wir uns auf den Gesichtssinn, an den sich ja die Experimentalphysik fast ausschliefslich wendet (selbst bei akustischen Versuchen vielfach), so haben wir von einer dreifachen Leistungsfähigkeit unserer Augen bezw. unserer physikalischen Instrumente zu reden, nämlich von der Fähigkeit:

1. Lichtstärken überhaupt und als verschieden zu erkennen,
2. nahe beieinander liegende Gröfsen noch als getrennt wahrzunehmen.
3. Farbentöne zu unterscheiden.

Wir werden im folgenden sehen, um wieviel die Instrumente die Leistungsfähigkeit unserer Augen erhöhen.

Eine mechanische Energie von 10^{-8} erg, gleich ungefähr 10^{-16} kg-m oder $\frac{1}{10^{16}}$ kg-m, erhält das Auge von einem Stern 6ter Gröfse, der eine Helligkeit von etwa $\frac{1}{10^{8}}$ Meterkerzen besitzt, die Helligkeit einer Kerze in 10 Kilometer Entfernung. Dies ist das Minimum von Helligkeit, das ein unbewaffnetes Auge wahrnehmen kann. Die Empfindlichkeit des Auges ist eine ungeheure, denn der Energieflufs, den ein Auge mit 3 mm Pupillenöffnung von einer Kerze in 1 Meter Entfernung pro Sekunde empfängt, ist etwa gleich ein erg und müfste etwa ein Jahr und 89 Tage fliefsen, um 1 Gramm Wasser um 1° Celsius zu erwärmen.[3])

Das Fernrohr erhöht die Leistungsfähigkeit des Auges noch bedeutend. Das Fernrohr kann die Helligkeit eines Sternes vergröfsern, während die seines Hintergrundes nicht vergröfsert wird, sondern eventuell (bei Überschreitung der Normalvergröfserung) verringert wird; so hebt sich der Stern deutlicher vom Hintergrund ab und kann mit einem grofsen Fernrohr eventuell bei Tage gesehen werden. Während das blofse Auge Sterne bis zur 6. Gröfse wahrnimmt und deren etwa 6000 zählen kann, macht das Fernrohr im ganzen etwa 30—40 Millionen allein stehender Sterne sichtbar und löst Nebel-

[2]) Warburg, Experimental-Physik.
[3]) Drude, Optik.

flecken in Sternhaufen auf, deren Licht Jahrtausende braucht, um bis zu uns zu gelangen. Die photographische Platte nimmt Sterne bis zur 14. Gröfse wahr. Viele Sterne ändern mit der Zeit ihre Lichtstärke; diese Zu- oder Abnahme ihrer Lichtintensität läfst sich photometrisch bestimmen und daraus ihre Entfernung berechnen. Ein Instrument, das geringe Intensitätsschwankungen des Sternenlichtes erkennen läfst, ist hierzu notwendig. Im Astrophotometer besitzt die Astronomie ein solches.

Wie uns das Fernrohr in immer grössere Tiefen des Weltalls trägt, so erschliefst uns das Mikroskop die Welt des Kleinen. Das unbewaffnete Auge erschaut in der deutlichen Sehweite, 25 cm vom Auge entfernt, zwei Punkte, die einen Abstand von 0,145 mm besitzen, unter einem Winkel von 2′. Dies ist der Grenzwinkel der bequemen Unterscheidbarkeit. Punkte, die näher zusammenliegen, wird das Auge nicht mehr getrennt wahrnehmen können, sondern nur als einen einzigen Punkt erkennen. Das Linsensystem unseres Auges ist eben derart gebaut und die Verteilung der lichtempfindlichen Elemente unserer Netzhaut eine solche, dafs erst bei einem Winkel von 2′ zwei verschiedene Elemente der Netzhaut erregt werden. Dies ist aber notwendig, wenn wir die zwei Punkte getrennt sehen sollen. Das Mikroskop ermöglicht es nun, von zwei Punkten, die nur 0,00016 mm voneinander entfernt sind, dem Auge ein Bild darzubieten, in dem ihr Abstand gleich 0,145 mm also unter dem Grenzwinkel 2′ erscheint, die Punkte also getrennt wahrgenommen werden können. Die Leistungsfähigkeit des Auges ist dadurch um das 900 fache erhöht, die Mikrostruktur der organischen und anorganischen Gebilde erkennbar gemacht. Die Erfolge der Bakteriologie und mikroskopischen Anatomie sind dadurch möglich geworden. Ganz neuerdings ist es nun gelungen, die Leistungsfähigkeit des Mikroskops nochmals gewaltig zu erhöhen. Durch besondere Anordnung der Beleuchtung können noch Bilder von Teilchen entworfen werden, deren Durchmesser kleiner als ein Hunderttausendstel Millimeter ist, eine Gröfse, die der für Moleküle berechneten nahe kommt.[4]) Mit dieser neuen Einrichtung hat man feststellen können, dafs Farbstoffe, die für chemisch reine Farbstoffe gelten, aus zwei oder drei Arten von verschiedenfarbigen Teilchen bestehen.

Um bei einer Grundfarbe eine Änderung des Farbentons mit dem Auge wahrzunehmen, mufs man die Wellenlänge bei rot um $^1/_{115}$, bei gelb um $^1/_{772}$ ändern, während mit Hilfe eines feinen Gitters

[4]) Auf der letzten Naturforscherversammlung sind darüber Versuche von Siedentopf u. Zsigmondy angestellt worden.

von einer halben Million Strichen und eines Spektralapparats noch eine Änderung von $1/_{50000}$ der Wellenlänge erkennbar gemacht wird. Es wird ein solcher Apparat also zwei Spektrallinien von λ und $\lambda + \frac{\lambda}{50000}$ Wellenlänge noch getrennt zeigen. Eine für die Spektralanalyse wichtige Tatsache.

Der Spektralapparat zerlegt die Mischfarben in ihre Grundfarben; dies ist eine Leistung, die das blofse Auge nicht auszuführen imstande ist. Das Ohr kann Töne verschiedener Wellenlänge, die in einen Klang zusammentönen, wie beim Orchester, und gleichzeitig das Trommelfell treffen, einzeln wahrnehmen. Das Ohr zerlegt den Klang in seine einzelnen Töne, die Luftwelle in ihre Einzelschwingungen, wie man mathematisch eine nichtpendelartige Schwingung nach dem Fourierschen Satze in eine Reihe von pendelartigen zerlegen kann. Das Auge besitzt für Licht verschiedener Wellenlänge keine entsprechende Fähigkeit und sieht deshalb einen glühenden Körper, der mehrere Spektralfarben aussendet, in einer einzigen Mischfarbe, z. B. die Sonne weifs. Der Spektralapparat zerlegt die Mischfarben in die Farben jener Wellenlänge, die der leuchtende Körper aussendet, und gibt damit ein Mittel an die Hand, von der Art des ausgesandten Lichtes auf die Natur des Körpers zu schliefsen; denn jeder Körper, der im Spektralapparat zum Verdampfen und Leuchten gebracht wird, sendet seiner chemischen Konstitution entsprechend Licht ganz bestimmter Wellenlänge aus, das im Spektralapparat sich als eine Reihe ganz bestimmter Lichtlinien zu erkennen gibt. Darauf beruht die Methode der Spetralanalyse, die uns die chemische Konstitution der Erd- und Himmelskörper erkennen läfst.

Aufserdem gibt uns das Spektrum eines leuchtenden Körpers noch Aufschlufs über seinen Bewegungszustand. Denn wie auf ein Schiff, das stromaufwärts fährt, mehr Stromwellen in der Zeiteinheit treffen, als wenn es verankert ruht, und wie ein Ton höher klingt, wenn man sich ihm entgegen bewegt, oder was im selben Sinne wirkt, die Tonquelle dem Ohre nähert (z. B. eine im Fahren pfeifende Lokomotive), weil dann mehr Wellen in der Zeiteinheit auf das Ohr treffen, so mufs auch ein Körper höher, d. h. violetter leuchten, wenn er sich uns nähert, als wenn er ruht, weil dann mehr Lichtwellen in der Zeiteinheit auf unser Auge treffen. In der Sprache der Spektralanalyse heifst dies, es müssen sich seine Spektrallinien nach rechts (violett) oder nach links (rot) verschieben, je nachdem er sich nähert oder entfernt. Die Gröfse der Verschiebung einer bestimmten Linie, z. B. der

dunkeln Wasserstofflinie des Fixsterns Sirius, ist mefsbar, indem man das Spektrum des Sirius mit dem eines ruhenden, Wasserstoff enthaltenden, leuchtenden Körpers vergleicht. Aus dieser Grösse lässt sich die Vergröfserung bezw. Verminderung der Entfernung zwischen Fixstern und Erde berechnen. Für den Sirius ergab sich, dafs der Abstand zwischen ihm und der Erde sich in jeder Sekunde um 9 Meilen vergröfsert.

Die Leistungsfähigkeit anderer physikalischer Instrumente steht den hier angeführten in keiner Weise nach. Wie z. B. die Wage und das Barometer (Manometer, Drucklibellen) Massen und Drucke, das elektrische Thermometer Temperaturen tausendmal besser mifst als wir mit unseren Organen, das sind allbekannte Tatsachen.

Mit solchen die Sinne erweiternden Instrumenten, mit Hilfe der mechanischen Beobachtungsmethode und der mathematischen Auswertung ihrer Resultate ergibt sich die überraschende Tatsache, dafs Vorgänge, die dem naiven Beschauer qualitativ verschieden erscheinen, sich als wesensgleich erweisen. So sind Wärmestrahlung, Licht- und elektrische Strahlung nicht blofs vergleichbar, sondern Erscheinungen ganz derselben Art, nämlich Ätherschwingungen.

Die Moleküle eines Körpers sind in steter Bewegung; steigt die Intensität dieser Molekularbewegung, so steigt für unser Gefühl die Temperatur des Körpers. Was wir wahrnehmen, ist das Summationsphänomen der einzelnen Pendelschwingungen, der einzelnen Stöfse der Moleküle. Durch die heftige Bewegung der Moleküle wird der den Körper durchdringende und umgebende Äther in Mitleidenschaft gezogen, der Äther gerät auch in Bewegung, und nach allen Seiten hin pflanzt sich diese Störung des Gleichgewichtszustandes des Äthers wellenförmig fort; wir sagen, der Körper strahlt Wärme aus. Die Länge dieser Ätherwellen ist kleiner als 0,062 mm. Wird der Körper wärmer und wärmer, d. h. seine Molekularschwingung heftiger, so ändert sich auch die Schwingung des mitleidenden Äthers. Die Schwingungen desselben erfolgen rascher, die Wellen, die diesen Zustand nach allen Seiten hin fortpflanzen, werden kürzer. Ist seine Schwingungszahl bis auf 400 Billionen gewachsen, oder beträgt die Welllenlänge nur mehr 0,00075 mm, so wird die Retina unseres Auges von diesen Wellen, wenn sie darauf treffen, erregt. Wir haben eine Lichtempfindung, wir sagen, der Körper glüht, er leuchtet rot. Wird die Schwingungszahl noch grösser, und dadurch die Wellenlänge noch kleiner, so treten die Spektralfarben nacheinander auf, vom rot bis zum violett, wo sie 0,00037 mm beträgt. Wird die Wellenlänge noch

kleiner, so wird unser Auge davon nicht mehr affiziert; es sind die ultravioletten, die Radium- und Röntgenstrahlen, die nur durch die photographische Platte und durch Fluorescenzerscheinungen wahrgenommen werden können. Die Wellenlänge der Röntgenstrahlen soll noch 1000 mal[5]) kleiner als die der ultravioletten sein, so klein, dafs selbst Metalle und Holz sich ihnen gegenüber wie ein Sieb verhalten. Ebensowenig sind Ätherwellen, die länger als 0,062 mm sind, für unsere Sinne wahrnehmbar. Es gibt solche Wellen; ihre Länge liegt zwischen 6 mm und mehreren Kilometern. Es sind dies die elektrischen Wellen, wie sie bei der Telegraphie ohne Draht benutzt werden. Sie gehen durch unsern ganzen Körper hindurch, ohne dafs wir das Geringste wahrnehmen. Das Intervall zwischen Wärmewellen (0,06 mm) und elektrischen Wellen (6 mm) galt lange als unausgefüllt. Die neuerdings von Blondlot[6]) entdeckten Nancy-Strahlen liegen ihrer Wellenlänge nach in diesem Intervall (zwischen 0,06 und 6 mm). Es sind Strahlen, die auch im Sonnenlicht enthalten sind, dem Auge aber unsichtbar bleiben. Sie vermögen Holz und dünnes Metallblech zu durchdringen, Glas und Wasser dagegen nicht.

Alle diese Strahlen, ob wir sie Radium-, X-, Licht-, Wärme-, Nancy-, elektrische Strahlen nennen, bestehen aus Ätherwellen, die sich nur durch ihre Länge unterscheiden. Was unser Auge wahrnimmt, ist nur der allergeringste Teil dieser Strahlen. Sehen wir selbst von den elektrischen, Nancy-, Radium- und Röntgenstrahlen ab; von einem glühenden Körper werden Wellen von 0,00 019 bis 0,0611 mm ausgesandt, also, um in einem Bilde der Akustik zu sprechen, 8,3 Oktaven, von denen unser Auge nur eine Oktave, rot bis violett wahrnimmt. Die ultraroten Strahlen erregen die Netzhaut nicht, die ultravioletten gelangen für gewöhnlich gar nicht bis zur Netzhaut; sie werden vorher durch die Augenmedien absorbiert. Das Ohr ist günstiger gestellt, die Musik benutzt etwa 7 Oktaven. C_{II} der grofsen Orgel besitzt etwa 16, und die Piccoloflöte hat Töne von 4752 Schwingungen. Töne, die höher oder tiefer liegen, mehr oder weniger Schwingungen haben, werden in der Musik nicht verwendet; wahrnehmen können wir für gewöhnlich solche von etwa 8—40 000 Schwingungen. Dort sind die Grenzen, die die Leistungsfähigkeit

[5]) Wiedemanns Annalen der Physik, 1903.

[6]) Comptes rendus 1903. Die Ansichten über die Existenz der Blondlot-Strahlen sind noch nicht geklärt. (Anm. der Redaktion.)

unseres Ohres beschränken. Darüber hinaus nehmen wir mit dem Ohr nichts mehr wahr.

Die Äther- und Luftschwingungen sind die Boten, die Kunde bringen vom Weltgeschehen. Was uns die Sinne mit Hilfe dieser Schwingungen von den Formen, Farben und Tönen der Welt erzählen, sind nur Ausschnitte von dem, was wirklich ist und geschieht. Die Physik ist es, die diese Segmente zu erweitern, zu einem einheitlichen Ganzen zu ergänzen sucht.

Fassen wir zum Schlufs kurz den bisherigen Gedankengang zusammen.

Die Kenntnis von dem aufserhalb unseres Bewufstseins stattfindenden Weltgeschehen, von der Wanderung und Wandelung der Energie erhalten wir durch das Tor unserer Sinne. Die qualitativ verschiedenen Empfindungen, die uns die Sinne liefern, sind weder untereinander vergleichbar, noch ist uns zwischen Reiz und Empfindung ein und desselben Sinnes eine quantitative, mathematisch ausdrückbare Gesetzmäfsigkeit bekannt. Die Physik beobachtet die mechanischen Begleiterscheinungen der Naturphänomene und findet darin eine Methode und ein Mafs, auch qualitativ Verschiedenes zu vergleichen und zu messen. Die Instrumente, die sie zu ihren Messungen braucht, besitzen mathematisch ausdrückbare Beziehungen zwischen Belastung und Ausschlag. Diese Beziehungen sucht und findet die mathematische Physik, die Mechanik. Die Instrumente erweitern den Wahrnehmungsbereich der Sinne. (Fernrohr, Mikroskop, Spektralapparat.)

Die Verfolgung der Naturvorgänge mit solchen Instrumenten und mit mathematischen Hilfsmitteln führen zu der Einsicht, dafs das, was den Sinnen qualitativ verschieden erscheint, nicht nur vergleichbar ist, sondern sogar wesensgleich sein kann z. B. Licht und Wärme.

So entkleidet die Physik das naive Weltbild langsam seines sinnenfälligen, bunten Schmuckes, vergleicht Unvergleichbares, löst Heterogenes in Ähnliches oder gar Gleiches auf; findet mathematische Formeln, nach denen scheinbar weit voneinander Liegendes sich regelt, wie das Massenanziehungsgesetz, das für Himmelskörper so gut wie für elektrische und magnetische Massen gilt. Der wirre Zauber der kaleidoskopartig wechselnden Sinnenwelt weicht unerbittlicher Gesetzmäfsigkeit. Grofse, alle Erscheinungen beherrschende Weltgesetze, wie die von der Erhaltung der Materie und der Energie, erheben sich wie ruhende Pole in der Erscheinungen Flucht, deuten auf einheitliche Konstruktion des Weltganzen und auf ewige Dauer.



Im Reiche des Äolus.

Von Dr. **Alexander Rumpelt**-Taormina.

426 vor Chr. machen die Athener von Rhegion an der Meerenge von Messina aus den vergeblichen Versuch, Lipara zu erobern.

260 vor Chr. im Anfang des ersten Punischen Krieges wird der Konsul Cornelius Scipio mit siebzehn Schiffen im Hafen von Lipara von den Karthagern gefangen genommen.

Diese Daten mufs der Primaner wissen, wenn er das Maturitätsexamen bestehen will.

Dafs der Stromboli einer der wenigen tätigen Vulkane Europas ist, braucht er nicht gelernt zu haben.

Der Kaufmann weifs noch, dafs von den Liparischen Inseln die besten Kapern, der beste Malvasier und Bimsstein kommt.

Damit erschöpft sich so ziemlich die Kenntnis des Mitteleuropäers von diesen Inseln. Der Durchschnittsreisende, der Italien gewöhnlich in wenigen Wochen abhetzt, hat weder Zeit noch Lust, sie zu besuchen. Er erblickt sie nur aus der Ferne, von der Nordküste Siziliens oder auf der Fahrt von Neapel nach Messina. Wie ein in der Mitte abgeschnittener Zuckerhut ragt aus dem offenen Meer der Stromboli, — 921 m hoch — eine wunderbare Erscheinung. Noch seltsamer wirkte es auf mich, als ich vor Jahren, in den Gebirgen um Palermo streifend, auf einmal ganz weit draufsen im Meer zwei Gebilde entdeckte, beide nebeneinander von der Form eines umgestürzten Asches. Wenn ich oft die merkwürdigsten Wolkenformationen beobachtet hatte — ein Hauptreiz dieser südlichen Küsten —, das konnten keine Wolken sein. Und richtig, Kompafs und Karte auf die beiden Silhouetten eingestellt, belehrten mich: es waren die Inseln Alicuri, 666 m, und Filicuri, 773 m hoch, die, nicht weniger als 16 geographische Meilen von mir entfernt, aus dem äufsersten Meer aufstiegen.

Die Äolischen oder Liparischen Inseln sind durchweg vulkanisch, und daher bilden den Hauptteil der Besucher die Geologen, die mit

dem Spitzhammer überall loshauen und wühlen und klopfen und ganze Säcke voll der verschiedensten Gesteine mit fortnehmen. Aber auch für den Laien, der ein wenig Sinn für poetische Sage und alte Geschichte übrig behalten hat, lohnt sich ein Besuch dieser landschaftlich herrlichen, mit einem köstlichen Klima gesegneten Eilande. Läfst er sich durch die etwas mangelhafte Unterkunft und Verpflegung den Humor nicht verderben und ist er genug Philosoph und Psycholog, um sich an den Galgengesichtern, die ihm in der Verbrecherkolonie Lipari auf Schritt und Tritt begegnen, nicht zu stofsen, so wird er von diesem Ausflug einen kostbaren Schatz ganz eigenartiger Erinnerungen nach Hause tragen.

Wie gelangt man ins Reich des Äolus?

Im Hinblick auf den geringen Post- und Frachtverkehr sind die Verbindungen keineswegs ungünstig. Dreimal in der Woche geht mitternachts der mittelgrofse Dampfer „Corsica“ von Messina nach Lipari, besucht abwechselnd einige andere Inseln und kehrt denselben Tag zurück. Da ich meine Nachtruhe nicht unnötigerweise opfern wollte, zog ich es vor, den kleinen Postdampfer zu benutzen, der täglich zwischen Milazzo und Lipari hin- und herfährt. Milazzo erreicht der Schnellzug von Messina in einer Stunde.

An einem frischen Aprilmorgen des Jahres 1903 stach ich in See. Die beleidigend nüchterne Hafenstrafse mit dem gewaltigen spanischen Kastell darüber, der Friedhof mit seinen schmucken Totenhäuschen ziehen rasch vorüber. Beinahe eine halbe Stunde gleitet dann das Schiffchen an den Ölhainen der langen Landzunge von Milazzo hin, von deren Höhen die Villen reicher Kaufherren übers Meer hinausblicken.

Originell war das Fahrkartenlösen. Kaum hatten wir den Hafen verlassen, so rief einer: Far i biglietti! Sämtliche sieben Passagiere begaben sich zum Schalter und nahmen ihre Karten. Nach fünf Minuten kam derselbe Rufer mit der Zange, knipste und behielt die Karten. Die reine Aufmunterung zum „Schwarzfahren“, diese Art Kontrolle!

Am äufsersten Ende der Landzunge grüfst aus dunklen Oliven der kalkweifse Leuchtturm von der Klippe nieder. Das Schiff biegt um das Kap herum, und schon treten die beiden nächsten Inseln, Vulcano und Lipari, in ihrer ganzen Breite hervor, durch eine schmale Wasserstrafse, die Bocche di Vulcano, geschieden. Auf einem der eisernen Ankerhalter vorn am Bug sitzend, lafs' ich mich nach langer Pause wieder einmal auf dem Meer wiegen und halte fleifsig Umschau.

Hinter mir bleibt im weiten Umkreis die Küste Siziliens zurück, von den Nebroden bei Messina bis zu den Madoniden bei Termini. Im Norden aber steigen aus dem Seedunst allmählich Panaria und Stromboli, dazwischen der kleine Felsen Basiluzzo klar empor. Über dem östlichen Kap von Lipari, der Doppelkuppe des Monte Rosa, schimmert es in der Morgensonne grellweifs auf — das sind die beiden Bimssteinberge. Nicht lange, so nähern wir uns Vulcano. Moosgrüne Hänge wechseln mit rosenroter Lava — der erste der vielen Farbeneffekte, die mich auf diesen Inseln erwarteten. Aber bald weicht das karge Grün einer gänzlich vegetationslosen, schwarzgrauen Lava; überall lange, öde Schuttrinnen, wildzerklüftete Felsenabstürze. Da der Hauptkrater, starr, klobig, düster drohend. Die kleine Gruppe des Vulcanello daneben zeichnet sich in elegant geschwungener Linie gegen den Himmel ab. Im Hintergrund tauchen einsame Klippen auf, die höchste ein leibhaftiger Doppelgänger des grofsen Faraglione von Capri.

Nach zweistündiger Fahrt gliedert sich die weifse Steinmasse, auf die wir zusteuern, zu Häusern und Türmen. Sie wird überragt von einem breiten, scheinbar unnahbaren, grauen Felsen mit den Ruinen einer grofsen Festung, dem „castello“. Ich schlug meinen Homer auf, X. Gesang: Odysseus erzählt den Phäaken seine Begegnung mit dem Windgott, der nach der Meinung der Alten (Diodor) auf den Äolischen Inseln[1]) hauste.

Eine echt komische Figur, dieser Alte: halb Dämon, halb Inselkönig, der in seinem Palast mit seiner Frau und seinen zwölf Kindern bei Flötenmusik immerfort schmaust, „tausend köstliche Speisen“, und nur zuweilen seine Windgeschäfte erledigt, indem er diesen oder jenen losläfst und den, der gerade webt, wieder in den Sack steckt. Von der Schulbank her haftet wohl noch manchem im Gedächtnis, wie Odysseus dann vom Westwind getrieben — die anderen Winde steckten im Schlauch — nach neun Tagen endlich die Wachtfeuer von Ithaka wiedersieht, aber ermattet von der langen Mühe einschläft. Da öffnen seine vorwitzigen Gefährten den geheimnisvollen Schlauch. Und im Nu entsausen die Winde, das Schiff wird wieder ins „Weltmeer“ getrieben, zurück nach Lipari (Äolia). Odysseus will um einen neuen guten Wind bitten, aber des prächtigen Alten Geduld ist zu Ende:

Hebe Dich eilig hinweg von der Insel, Du ärgster der Menschen!

[1]) Strabo verlegt den eigentlichen Sitz des Äolus auf Strongyle (Stromboli).

Es wird ewig bewundernswert bleiben, wie Homer in seiner kindlich-naiven Weise verstanden hat, ein so trauriges Begebnis, wie das nochmalige Verschlagen werden von der Heimat, ein so furchtbares Elementarereignis, wie den Schirokkosturm auf offenem Meer, mit der Würze feinsten Humors zu durchtränken.

Ist Homer nicht vielleicht selbst in jungen Jahren hier gewesen, hat hier einen originellen Inselkönig da oben auf seiner stattlichen Burg hausen sehen, hat die Mythe vom Äolus, der hier vielleicht göttlich verehrt wurde, gehört, und als er dann im reifen Alter die „Odyssee“ dichtete, schlossen sich jene Eindrücke: die wie Stahl in der Sonne schimmernden, glatt abfallenden Bimssteinwände und das hohe Felsenschlofs in seiner Phantasie zur blinkenden Burg des Äolus zusammen. Wenn die älteste Griechenkolonie auf Sizilien, Naxos, erst 751 v. Chr. gegründet wurde, so bestand doch Jahrhunderte zuvor schon ein eifriger Seeverkehr mit dem fernen Westen. Beweis: Das etwa 1000 v. Chr. angelegte Cumae bei Neapel und die Erwägung, dafs einem so gewichtigen Schritt wie der Auswanderung einer nach vielen Hunderten zählenden Menschenmenge und ihrer endgültigen Niederlassung im Barbarenlande eine langjährige, genaue Erforschung der zu besiedelnden Örtlichkeit vorausgehen mufste. Homer flicht seinem Epos mit Vorliebe gerade in Sizilien lokalisierte Sagen ein, z. B. die von den Cyklopen, von Scylla und Charybdis, er gibt gerade die sizilische Landschaft in so treuen Bildern wieder, dafs ich für meine Person nicht daran zweifle, dafs er die Insel mit eigenen Augen gesehen hat.

* * *

Aus dieser Versenkung ins graue Altertum rief mich die pfeifende Sirene in die Gegenwart zurück. Das Schiff stoppte. Eine Barke führte mich ans Land. Um des ewigen Ärgers mit den Gepäckträgern überhoben zu sein, nahm ich meinen Rucksack selbst auf die Schultern und bahnte mir mit dem Stock einen Weg durch die gaffende Menge.

Wie freute ich mich, im Gasthof des Don Francesco Traina einen Teil des Werkes: „Die Äolischen Inseln“, von Prof. Alfred Bergeat vorzufinden. Dann brachte der Wirt stolzen Blickes auch die Photographie dieses seines „amico“ herbei, der vor Jahren lange Zeit bei ihm gewohnt habe. Wie ein Grufs aus der fernen Heimat berührte mich das unternehmungslustige, jugendfrische, echt deutsche Antlitz.

Ich spazierte durch die etwas altmodisch gepflasterten, aber sauber gehaltenen Strafsen und freute mich an dem Wohlstand, der aus den schmucken Häusern, den freundlichen Kirchen zu mir sprach. Nur wunderte ich mich, an Denkmälern weder den üblichen Garibaldi, noch Viktor Emanuel oder Humbert I. vorzufinden, sondern nur den heiligen Bartholomäus. Ihm ist am Hafen aus weifsem Marmor ein Standbild errichtet vom Ordo populusque Lipareensis, also vom Domkapitel und Volk von Lipari, und zwar, so lautet die klerikal-demokratische Inschrift weiter, weil dieser ihr stets gegenwärtiger (praesentissimus!) Patron die Äolischen Inseln 1854 vor der lues asiatica, der Cholera, sicher beschützt habe, die damals bekanntlich im nahen Sizilien wütete. Als ich dann auf einem hochgelegenen Platz ein palastähnliches Gebäude in gotischem Stil bewunderte, gesellte sich ein Herr zu mir, der mir bedeutete, das sei das Schulhaus (man vernahm auch laut deklamierende Kinderstimmen aus dem Innern). Auf meine Frage, warum es statt der Fenster Bretterverschläge habe, antwortete er mir, die Gemeinde habe kein Geld mehr, diesen Palazzo fertig zu bauen. Das liefs nun allerdings auf eine heillose Finanzwirtschaft schliefsen. Dieses Haus schätzte ich auf wenigstens 100 000 Lire, und jetzt langte es nicht einmal mehr zu den Fensterscheiben.

Don Giovanni erhob sich, mich aufs Kastell zu begleiten. Durch mehrere Tore an patrouillierenden Wachen vorbei geht es aufwärts, dann durch eine Kaserne in ein Gewirr von engen, finsteren Gassen. Die Kaserne sperrt die Verbrecherkolonie von der Aufsenwelt ab. Ich hatte Gelegenheit, in einen der sechzehn grofsen Säle (cameroni) zu blicken, in denen die achthundert Verbannten schlafen und hausen: zwei lange Reihen ärmlicher Betten einander gegenüber in einem stallähnlichen, schlecht beleuchteten Raum von dürftigster Ausstattung. Die Ordnung ist sehr streng. Zwar dürfen die „coatti" aufser an Sonn- und Feiertagen morgens von acht bis zwölf Uhr und dann wieder bis zum Trompetensignal gegen Abend in der Stadt sich aufhalten, diese aber nicht verlassen, auch dürfen sie keine Stöcke oder Messer bei sich tragen, keine Versammlungen oder Unterhaltungen besuchen. Eine Stunde vor Ave Maria, d. h. im Winter schon vor vier Uhr, werden die Gefangenensäle geschlossen. Die kleinsten Vergehen werden mit wochenlangem Arrest, schwerere mit Isolier- und Dunkelzelle, Zwangsjacke (camicia di forza) und Ketten bestraft. Zum Mittagsappell müssen sie sich alle im Kastell einfinden und erhalten vom Staat die massetta, das tägliche Zehrgeld in Höhe von fünfzig Centesimi.

Auch andere Staaten haben ja die Zwangsverschickung. Rufsland hat sein Sibirien und die Insel Sachalin, auf der allein 30 000 gemeingefährliche Individuen zum Heile der Gesamtheit isoliert sind, Frankreich hat sein Cayenne. So wird man es dem italienischen Staat, der an so schweren sozialen Schäden wie Cammorra, Mafia, Anarchismus krankt, nicht verargen dürfen, wenn er seine schlimmen Elemente in ähnlicher Weise unschädlich zu machen sucht. Dafs er dazu in Nachahmung des altrömischen Vorbildes seine Inseln benutzt, wird man begreifen, wenn schon bedauern, dafs landschaftlich so schöne und interessante Punkte, wie die Liparischen, die Ägadischen und namentlich die Ponza-Inseln dadurch vom Besuch der reiselustigen Menschheit beinahe ausgeschlossen werden. Auch leiden natürlich die Bewohner der Strafkolonien. In Lipari sind die coatti verhafst und gefürchtet, die Weiber nennen sie verächtlich sterrati (die Entwurzelten). Von ihren zehn Soldi täglich können sie kaum leben. So ereignen sich oft Diebstähle und Verbrechen wider die Person.

Was an dem gegenwärtigen System des domicilio coatto mit Recht getadelt wird, ist folgendes:

1. wird es nicht durch richterliches Urteil, sondern durch Verfügung der Verwaltungsbehörde verhängt und zwar nach Verbüfsung der längeren oder kürzeren Freiheitsstrafe. Dadurch wird besondere politischen Verbrechern gegenüber der Willkür Tor und Tür geöffnet;
2. besteht kein Arbeitszwang. So werden diese Hunderte verlorener Existenzen im Müfsigang bestärkt, die noch nicht ganz verdorbenen in der Tat dazu erzogen. Diese gehen überdies bei dem jahrelangen, engen Zusammenleben mit schlimmen und schlimmsten Elementen hier in eine wahre Hochschule des Lasters. Um sich bei den Vorgesetzten lieb Kind zu machen und bald wieder wegzukommen, spielen viele den Spitzel und Angeber. Daher das Sprichwort: settecento coatti — settemila spie (700 Verbannte, 7000 Spione). Kurz, es ist die Hölle auf Erden, namentlich für die politischen Verbrecher: Redakteure demokratischer Blätter, Parteiführer u. s. w., die oft aus den gebildetsten Kreisen stammen; denn das ist
3. meiner Meinung nach der gröfste Übelstand dieser Einrichtung, dafs die gemeinsten Bösewichte: Betrüger, Mörder, Räuber, Taschendiebe mit politischen Gefangenen, solchen, die wegen

Aufreizung, Majestätsbeleidigung und ähnlichem verurteilt waren, zusammengesperrt werden.

4. bedeutet es eine ungeheure Belastung des Budgets. Italien besitzt sieben solcher Strafkolonien. Bei einem Durchschnittsbestand von achthundert Köpfen kostet die von Lipari allein dem Staat täglich 400 Lire, das sind jährlich etwa 150 000 Lire nur an Kostgeldern, wofür die Empfänger keine Hand rühren.

Die Mauern der Festung umschliefsen eine ganze kleine Stadt für sich mit Kaufläden, Barbierstuben, Kneipen u. s. w., alle von ehemaligen Verbannten gehalten. Überall sieht man die Sträflinge in ihren derben, braunen Zwillichsachen herumlungern und -hocken, von der tödlichsten Langweile geplagt. Die Anstaltskleidung tragen nur die Armen, die besser Gestellten dürfen sich auf eigene Kosten bürgerlich kleiden und sind dann nur an ihrer Physiognomie und Haltung zu erkennen. Aber unschwer. Denn aus ihnen spricht die ganze Stufenleiter des menschlichen Lasters — hier können Psychiater und Untersuchungsrichter Studien machen. Der scheue, unsichere Seitenblick des einen verrät den Einbrecher, der stolze, verächtliche Gesichtszug eines anderen den sizilianischen Strafsenräuber. In diesen Augen lauert der bestiengleiche Blutdurst des Mörders, in jenen die schlecht verhohlene Rachsucht des Anarchisten. Viele sind offenbar epileptisch und halb irre, gehören eigentlich ins Narrenhaus. Mehrere grüfsten mich, wohl weil sie in mir einen Regierungsbeamten vermuteten, auf den sie einen guten Eindruck machen wollten.

Plötzlich hallen durch die enge Gasse militärische Schritte. Ich wende mich um und gewahre etwa ein Dutzend Dreimaster, Säbel und Gewehre — ein Gefangenentransport.

Eben ist die „Corsica“ aus Messina gekommen und hat aus dem Zentralgefängnis daselbst wie gewöhnlich neue unfreiwillige Bewohner der Insel zugeführt. Einige tragen einen kleinen Sack, einen Koffer auf dem Rücken, andere sind beinahe elegant gekleidet und sehen intelligent aus, die meisten, zerlumpt, tragen das Kainszeichen an der Stirn. Zu zwei und zwei mit Handschellen aneinander geschlossen trotten sie zwischen den Carabinieri dahin. Ihr übernächtiges Aussehen verstärkt den melancholischen Eindruck.

Sie werden in ein Wachtzimmer geführt und ihrer Ketten entledigt — wir sahen es durchs offene Fenster — und erhalten den foglio di permanza, den Ausweisschein, den sie immer bei sich führen und auf Verlangen vorzeigen müssen. Dann treten sie heraus, zuerst

ein höchst unmotiviert lächelndes, krankhaft gestikulierendes Männchen, das une mehrmals mit dem Blick einee hungrigen Hundes umkreiste, — gewifs ein Taschendieb. Dann zwei echte Mafiosen, mit dem auch durch langen Kerker ungebrochenen Verbrecherstolz, endlich auch die beiden Eleganten, weniger ergeben in ihr Schicksal, das sie verdammt, nach Verbüfsung ihrer Strafe nun noch zwei, drei, vielleicht fünf Jahre fern von Heimat und Familie beständig mit dem Abschaum der Menschheit zusammen zu hausen.

„Jetzt sind'e wenige, nur achthundert", meinte Don Giovanni. „Aber 1898 nach dem Aufstand von Mailand, da lieferten uns die Kriegsgerichte so viele her, dafs die Zahl auf 1200 stieg."

Wir traten in den Dom. Denn sonderbarerweise erhebt sich mitten in der Verbrecherstadt die Hauptkirche, und der Bischof, gefolgt von seinen 24 Priestern, führt die grofsen Prozessionen mitten durch dieses traurige Asyl. Die Kirche ist dem heiligen Bartholomäus gewidmet, auf einem Altar kann man den Patron der Stadt in seinem ganzen Glanze bewundern: lebensgrofs, in Silber getrieben, ein alter, bärtiger Mann mit ziemlich geistlosem Gesichtsausdruck, trotz der goldnen, ganz altertümlichen Krone, die ihm aufgestülpt ist, sehr traurig dreinblickend. Kein Wunder — über dem rechten Arm trägt er seine eigene Haut, die ihm eben abgezogen worden ist, wie mir Don Giovanni auseinandersetzte. Nun erst verstand ich die merkwürdige Bildung seines Körpers, an dem die Rippen und Muskeln ganz unnatürlich hervortraten. Der Arme war geschunden worden und zum Zeichen seines Märtyrertums hielt er in der einen Hand ein grofses, vergoldetes Fleischermesser, in der anderen eine Blume, alles aus Silber. Ich fragte meinen Begleiter, wie der Apostel zu der Ehre käme, gerade hier so intensiv verehrt zu werden. „Er ist allerdings in Kleinasien geschunden worden", sagte Don Giovanni nachdenklich. „Aber seine Gebeine sind eines Tages in einer Kiste übers Meer geschwommen und in Lipari gelandet. Seit der Zeit ist er unser Heiliger."

In der Sakristei, wo eine Porträtsammlung die liparischen Bischöfe der letzten zwei Jahrhunderte vorführt, liefs ich mir den sonderbaren Monsignore Tódaro zeigen, der vor etwa fünfzig Jahren eine hier aufgedeckte römische Bäderanlage wieder zuschütten liefs, damit — keine Fremden auf seine Insel kämen. Also der Standpunkt des Tiroler Klerus und der chinesischen Mandarinen. Der Monsignore hatte nichts Fanatisches oder besonders Rückschrittliches in seiner Miene, und ich konnte nicht umhin, ihm ein wenig recht zu geben.

Solch ein Inselzustand hat immer etwas Einsames, sagt Goethe von dem grofsen, dem Festland doch so nahen Sizilien. Um wie viel mehr gilt das von diesen kleinen, entlegenen Inseln! Dies Gefühl der Abgeschlossenheit gibt zugleich das Bewufstsein, nur auf sich selbst gestellt zu sein und erzeugt mit dem Mifstrauen gegen fremde Hilfe das Vertrauen lediglich auf die eigene Kraft. Und viel stärker ist infolgedessen das Gefühl der Zusammengehörigkeit. So kommt es, dafs wir schon im grauen Altertum hier eine eigentümliche Staatsverfassung vorfinden. Die Liparäer lebten nämlich, wie Diodor (V. Buch 9. Kap.) erzählt, in gemeinsamen Speisegenossenschaften; die ganze Insel war gemeinschaftliches Eigentum und wurde von dem einen Teil der Bewohner im brüderlichen Verein bebaut, während der andere Teil dem Meer seine Schätze abgewann und gegen Seeräuber und sonstige Neider dieses stillen Glückes zu Felde zog, so gegen die Etrusker im 6. Jahrhundert, gegen die Athener 415, später gegen die Karthager. Vor mehr als 2000 Jahren bereits war hier, wenigstens in grofsen Zügen, das Ideal des sozialistischen Zukunftsstaates verwirklicht. Und wie stark die Liparäer waren, lehrt ihre Unbesiegbarkeit: Die Athener, die im Winter 427/26 mit dreifsig Schiffen einen Angriff auf die Äolischen Inseln unternahmen, konnten nur das flache Land und die unbewohnten Inseln Hiera (= Vulcano), Didyme (= Panaria), Strongyle (= Stromboli) verwüsten, deren Felder die Liparäer von Lipari aus bebauten, diese selbst in ihrer festen Stadt und Burg aber nicht bezwingen.

Und wenn sie auch von den Kriegsstürmen der Völkerwanderung vom Norden her und den Raubzügen des von Süden immer wieder andringenden Islams nicht ganz verschont blieben, im allgemeinen haben die Insulaner stets für sich ein still-zufriedenes Dasein geführt. Wie die alten Namen sich fast unverändert erhalten haben, so sind die Inseln noch heute unberührt von den vorüberrollenden Jahrhunderten, Jahrtausenden. Keine Fahrstrafse und infolgedessen weder Pferd noch Wagen sind zu erblicken. Den Transport auf den holprigen Saumwegen besorgen Esel und Maultier. Ihre Fische, die sie kein essen, und ihr Bimsstein, sowie Kapern, Malvasier, Feigen, die sie weithin verschicken, das sind die nie versiegenden Quellen ihres Lebensunterhalts. Welche Ruhe, welcher Friede weht uns hier an! Indem ich die milden, edlen Züge des fremdenfeindlichen Bischofs betrachtete, kam mir der Gedanke: möglich, dafs er in erster Linie die Ketzer von der ihm anvertrauten Herde fernhalten wollte. Aber vielleicht hatte er auch draufsen den erbitterten Kampf ums Dasein

gesehen, wie die Menschen, in den grofsen Städten zusammengepfercht, nach Gewinn und Lebensgenufs gieren und je reicher, desto unzufriedener werden, hatte gesehen, wie in mancher Fremdenstadt sich zwar der Wohlstand einzelner hebt, aber auch durch das böse Beispiel, nämlich durch die Ansprüche und den Luxus der Gäste, die grofse Masse nur anmafsender, fauler, überhaupt in jeder Beziehung sittlich minderwertiger wird. Davor wollte der Monsignore sein arbeitsames, behaglich dahinlebendes Inselvölkchen bewahren.

Von der Höhe des Kastells geniefst man einen reizenden Blick auf den kleinen Hafen, auf die platten Dächer des Städtchens mit den schmucken Kirchen dazwischen. Dahinter in gefälligen Linien aufsteigend, prangen Gärten und Weinberge, überall durchsetzt von blinkenden Meierhöfen. Ein freundliches Grün hat die Tufflandschaft dieses südlichen Teiles der Insel überkleidet und zieht sich bis zu den drei höchsten Erhebungen, den Monti Guardia, Giardina und Sant' Angelo hinauf, die die Stadt überragen. Das gewaltige Bimssteinmassiv der nördlichen Inselhälfte bleibt verdeckt.

Don Antonio zeigte mir von den Bastionen aus den recht bescheidenen Palast des Bischofs, dann das desto stattlichere Schwesternhaus. 22 Nonnen unterrichten da 700 Mädchen. Selten wird man in Unteritalien mit seinen 60—70 pCt. Analphabeten im Durchschnitt einem so stark besuchten Schulunterricht begegnen. Auch ein Zeichen des Wohlstandes.

(Fortsetzung folgt.)



Die Fettwachsbildung bei Leichen.

Von **B. Katscher** in Budapest.

„Es gibt mehr Ding' im Himmel und auf Erden,
Als eure Schulweisheit sich träumen läfst."

Zu diesen dürfte es wohl auch gehören, dafs die Natur in ihrer Werkstätte zuweilen Kunststücke vollführt und Probleme löst, an denen alle Weisheit und Wissenschaft der Menschen zu schanden wird. Einen wunden Punkt im modernen Grofsstadtleben bilden die Friedhöfe. Viele Ärzte und Hygieniker sprechen sich gegen dieselben aus und befürworten das System der Leichenverbrennung. Von dieser wollen Vorurteil und vermeintliche Pietät jedoch nichts wissen. Dichter und Gelehrte befassen sich mit diesem Gegenstand, ohne zu einem endgiltigen Ergebnis zu gelangen. Selbst die furchtbare und fruchtbare Phantasie eines E. A. Poe und E. T. A. Hoffmann hat kein Mittel gefunden, wie man menschliche Leichen wirklich gefahrlos in alle Ewigkeit erhalten könnte, ja, wie sie sich sogar für die Nachwelt nutzbringend verwerten liefsen. Die Natur, diese rücksichtslose Herrscherin über Zeit und Ewigkeit, zeigt uns den Weg. Es mag merkwürdig und verblüffend klingen, aber es ist eine wissenschaftlich erwiesene Tatsache, dafs jeder von uns, der in feuchte Erde bestattet wird, sich in Seife verwandeln kann. In Indien gibt es einen Flufs Hooghly, der angeblich die Eigenschaft besitzt, ertrunkene Menschen in kürzester Zeit in Seife zu verwandeln. Wir brauchen jedoch gar nicht nach Indien zu gehen. In dem medizinischen Museum des Columbia-Kollegiums kann jeder Besucher einen Glassarg sehen, in welchem die Leiche eines schönen jungen, zu Seife verwandelten Weibes ruht. Und im Museum der pennsylvanischen Universität wird der zu Seife verwandelte Körper eines Mannes aufbewahrt. Beides

ist Seife bester Sorte, mit der man sich jederzeit die Hände waschen könnte.

Das ist kein Scherz und keine Zeitungsente. Die Schönheit der „Seifenvenus“, wie man die im Columbia-Kollegium ausgestellte Tote nennt, dürfte alle irdischen Schönheiten überdauern und bis zum Tage des jüngsten Gerichts unverändert bleiben. Sie war das Opfer einer Choleraepidemie, welche in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts in New-York wütete, und wurde in ein Massengrab versenkt. Der Staat liefs sich's nicht träumen, dafs er ein unfreiwilliger Seifenfabrikant geworden sei. Als man viele Jahre später jenen Teil des Friedhofs demolierte, in welchem sie begraben worden war, fand man die „Seifenvenus“ zwischen einer Anzahl vollständig verwester Leichen. Sie sah aus, als ob sie schliefe und jeden Augenblick die Lider mit den langen Wimpern aufschlagen könnte. Eine tadellos erhaltene Mumie ohne die scheufsliche Einpackung; ihre Arme waren rosig und wohlgerundet, das Gesicht wie von Wachs, mit einem leichten Schmerzenszug um die bleichen Lippen; das Haar wellig und braun, wie es im Leben gewesen.

Kurz nach der Ausgrabung berichtete Dr. Dalton in einer Versammlung der Pathologischen Gesellschaft in New-York folgendes über den seltsamen Fund: „Die Leiche wurde 1832 begraben. Man fand sie kürzlich in einem Massengrab, in welches man zahlreiche, an der Cholera Verstorbene versenkt hatte. Der Sarg dieser Frau befand sich ungefähr zwanzig Fufs tief unter der Erdoberfläche; unter demselben lagen drei Reihen Särge, über demselben neun bis zehn. Die oberste Sargreihe war mit drei bis vier Fufs fester Erde bedeckt. Der direkt unter diesem Sarge befindliche Boden war sehr feucht; über demselben stand sogar etwas Grundwasser, und hier fand man einige zu Fettwachs oder Seife verwandelte Leichen. Die hier vorgeführte Frau war die tadelloseste unter ihnen. Der Körper war so mattweifs wie er jetzt ist. Als man ihn ausgrub, strömte er einen käsigen, erdigen, ammoniakalischen Geruch aus; seither hat sich der käsige und erdige Geruch gänzlich verloren und nur der ammoniakalische ist geblieben. Ich glaube, dafs sich diese verseifte Schönheit ungezählte Jahrhunderte lang unverändert erhalten kann, wenn man sie an einem richtigen Ort aufbewahrt.“

Die Leiche des Mannes, welche im anatomischen Museum der pennsylvanischen Universität zu sehen ist, wurde vor der amerikanischen Revolution auf einem Friedhof des niedrig gelegenen Teiles von Philadelphia begraben. Als sich die Strafsen dieses Stadtteils

ausdehnten und man den Friedhof durchschneiden mufste, wurden zahlreiche Särge ausgeboben, um sie auf einen anderen Friedhof zu überführen. In der Hoffnung, an den ausgegrabenen Leichen interessante Studien macben zu können, kamen einige Gelebrte auf den Friedbof, darunter auch der berühmte amerikanische Naturforscher Dr. Josef Leidy, der in helles Entzücken geriet, als er den in ein Stück Seife verwandelten Mann erblickte. Dies war ein Fall von Verseifung, wie man ihn seit vielen Jahren nicht so vollkommen gefunden hatte. Leidy reklamierte den Fund im Interesse der Wissenschaft sofort von der Friedhofsbehörde, aber diese verweigerte die Herausgabe mit der Begründung, dafs nur ein Verwandter das Recht auf die Leicbe habe. Der „Seifenmann“ war notorisch bereits im 18. Jabrhundert begraben worden, der findige Doktor erklärte jedoch vor dem öffentlicben Notar, dafs der Verstorbene sein Bruder sei. Daraufhin wurde ihm der interessante Fund ohne weiteres ausgehändigt; und er brachte ihn in dem bereits erwähnten Museum unter.

Die interessantesten Berichte über Verseifung des menschlichen Körpers kommen aus dem fernen Osten. Indien, dieses Land der Wunder, bringt die vollkommensten und meisten Verseifungen bervor. Dr. S. C. Mackensie, der lange in Kalkutta Polizeiarzt war, hat viele zu Seife verwandelte Leichen mit eigenen Augen gesehen und geprüft. Ja, er behauptet mit aller Bestimmtbeit, dafs im Hooghly-Flufs die Verseifung viel rascber und tadelloser vor sicb gehe als sonstwo in der Welt. Wir geben ihm das Wort:

„Der sebr warme, von Feuchtigkeit durchtränkte, weiche und poröse Boden von Unter-Bengalen fördert diesen Vorgang und hat die Eigenschaft, in drei bis vier Tagen eine in einem Holzsarg begrabene Leiche zu verseifen. Fünf Fälle, die icb persönlich prüfte, beweisen, dafs im Hooghly-Flufs während der kalten Saison im Februar — in 15 bis 16 Tagen nicht nur die Oberfläche der Leiche, sondern aucb sechs der inneren Organe sicb verseift batten. Im Mai trat die vollständige Verseifung des Körpers schon nach drei Tagen ein; in den beifsen, regnerischen Monaten September und Oktober habe ich in drei Fällen nach acbt bis zebn Stunden eine vollkommene innere und äufsere Verseifung beobacbtet. Die vollkommenste bei Henry James Leslie, einem Matrosen, der im Rausch in den Hooghly gefallen war. Nacb acht bis zehn Stunden fischte man seine Leiche heraus, und es zeigte sich, dafs sogar Herz, Nieren und Magen bereits verseift waren. Ein amerikanischer Arzt, Dr. Gandy, erzählt ebenfalls einen höchst interessanten Fall von Verseifung aus seiner

eigenen Praxie. In einem Orte am Michigan gruh man den Sarg einer bereite seit acht Jahren auf einer kleinen Insel begrahenen Frau aus. Dae Grab war von einem Sumpf umgeben, der viele organische Subetanzen enthielt. Ale man den Sarg aufheben wollte, erwiee er eich so echwer, dafe man Verdacht echöpfte und ihn zu öffnen beechlofe. Nachdem man eine dünne feuchte Erdechicht entfernt, bot sich den Anweeenden ein selteamer Anblick. Die Tote lag unverändert wie am Begräbnietage im Sarge. Da eich bei der Berührung der Körper hart erwies, verhreitete eich dae Gerücht, die Frau sei vereteinert, doch fand man bald, dafe eie sich durch irgend einen merkwürdigen chemiechen Prozefe in Seife verwandelt hahe.

Solche Vereeifungen menschlicher Körper eind eeit länger als einem Jahrhundert bekannt. Den ersten Fall entdeckte man auf einem Pariser Friedhof. Orfila und Fourcey, die sich mit dieeer Frage lehhaft heschäftigten, erklären den chemischen Vorgang folgendermafsen: Nur Fettwachs enthaltende Leichen sind der Verseifung ausgesetzt, und zwar verwandeln eie sich zumeist in ammoniakalische, zuweilen aber auch in ammoniak- und kalkhaltige Seife. Anfangs eind sie nur ammoniakalisch. Dae Ammoniak wird durch die Zereetzung der sticketoffgesättigten Muskelgewebe erzeugt; dieses verbindet eich dann mit dem ranzig gewordenen Fettgewebe und verwandelt sich durch Feuchtigkeitseinflüsse in ammoniakalische Seife. Eine einzeln begrahene Leiche verwandelt sich nur selten in Seife, denn das durch die Zereetzung der Muekelgewebe entstandene Ammoniak wird in den Flüeeigkeiten des Körpers aufgelöet, diese wieder werden von der Erde aufgesaugt, so dafs sie eich mit dem Fett nicht verbinden können, um eine Verseifung zu ermöglichen. Wird aber eine Leiche von anderen umgehen, so erzeugen die oben in Verwesung übergegangenen Leichen ammoniakalieche Flüeeigkeiten. Diese werden durch Regen hinahgespült, eickern in den neunten oder zehnten Sarg; das Waseer wird eelbetverständlich immer ammoniakhaltiger, und wenn ee sich schliefelich mit dem Fett der untersten Leichen verbindet, erzeugt es Verseifung.

Die „Seifenvenue“ im mediziniechen Museum des Columbia-Kollegiume ist also keine Zauberei, eondern nur eine aus der Werketatt der Natur hervorgegangene Mueterarheit, die wert iet, von den Ärzten und Chemikern dee zwanzigsten Jahrhunderte ine Auge gefafst zu werden. Wenn uneere Toten künftig auf künstliche Weiee in acht bis zehn Stunden „verseift“ werden können, wie jener im Hooghly ertrunkene Matroee, wie bald würde dann hei Epidemien die Ansteckungs-

gefahr vermieden sein! Auch der Pietät könnte man Genüge tun, denn die in einer architektonisch schönen Halle in Glassärgen aufgestellten „Verseiften“ böten einen angenehmeren Anblick als unsere jetzigen Gräber, unter denen die von Würmern zernagten und verwesten Überreste unserer Lieben ruhen. Der Verseifungsprozeß wäre vielleicht auch billiger als die jetzigen hohen Begräbnis- oder Verbrennungskosten.





Ersatz des Platins in Glühlampen. Bekanntlich müssen die Stromzuführungen der Glühlampen an der Stelle, wo sie durch das Glas hindurchtreten, aus Platin bestehen; denn nur dies Metall läſst sich ohne Schwierigkeit dicht einschmelzen. Es liegt dies einerseits daran, daſs der Ausdehnungskoëffizient des Platins sehr nahe dieselbe Gröſse hat wie der des Glases und daſs sich das schmelzende Glas vollkommen luftdicht an die stets blanke Oberfläche des schwer oxydierbaren Metalls anlegt. Der stetig steigende Preis des Platins (z. Zt. 3 Mark das Gramm) macht es begreiflich, daſs man nach einem billigeren Ersatz für dasselbe sucht. In Frankreich ist der Versuch gemacht worden, Nickelstahldraht zum Einschmelzen zu verwenden, doch ist er daran gescheitert, daſs sich das Material beim Erhitzen mit einer Oxydschicht bedeckt. Auch ist es nicht ganz leicht, den zur Erzielung des richtigen Ausdehnungskoëffizienten geeigneten Nickelzusatz ausfindig zu machen. Mehr Erfolg verspricht man sich in neuester Zeit von einem Kitt, vermittelst dessen man jeden beliebigen Draht luftdicht einkitten kann. Derselbe wird von der französischen Glühlampengesellschaft hergestellt; über seine Zusammensetzung ist bis jetzt nichts Näheres bekannt. In seiner Konsistenz ähnelt er dem reinen Wachs, dabei trocknet er nicht in der Kälte und schmilzt nicht in der Wärme. Seine Verwendung ist sehr einfach. Man bringt ihn in einen Behälter, durch welchen die Zuleitungsdrähte führen, und setzt diesen am Grunde der Lampe an. Falls sich die Erfindung bewährt, so werden die Glühlampen zweifellos eine bedeutende Preisermäſsigung erfahren. Dr. v. P.

❦

Magnesium-Aluminiumlegierungen. Daſs das Aluminium trotz seiner Billigkeit nicht allgemein zur Herstellung von Instrumenten, Gefäſsen, Schüsseln etc. verwendet wird, liegt an seiner mangelhaften Bearbeitbarkeit und seiner unzureichenden Festigkeit und Widerstandsfähigkeit. Es läſst sich schlecht drehen, verschmiert die Feilen, gibt

schlechte Gewinde, die sich nach kurzer Zeit festsetzen, und zeigt geringe Beständigkeit gegen die Einflüsse der Feuchtigkeit. Schon früh kam man auf die Idee, die mechanischen Eigenschaften des Aluminiums durch Zusatz anderer Metalle zu verbessern, wie man es schon lange mit dem Kupfer (Bronze und Messing) machte. Ebenso wie bei den vorgenannten Legierungen wurde als Zusatz ein verwandtes Metall gewählt und zwar Magnesium. Man erhielt jedoch nur spröde und mechanisch unbrauchbare Produkte. Der Grund war einfach darin zu suchen, dafs man den Zusatz an Magnesium zu grofs genommen hatte. Ludwig Mach gelang es endlich, durch Beimengung von 10—30 Teilen Magnesium zu 100 Teilen Aluminium höchst bearbeitbare und widerstandsfähige Legierungen herzustellen. 10 Teile Magnesium brachten die Eigenschaften des gewalzten Zinks hervor, 15 Teile die des Messinggusses, 20—25 Teile die des gezogenen Messings etc. Falls es gelingt, das Zusatzmetall Magnesium, das bis jetzt technisch noch zu teuer ist, in grofsen Massen billig herzustellen (das Rohmaterial ist völlig wertlos), so ist es wahrscheinlich, dafs das „Magnalium" die gröfste Verbreitung erringen wird. Einen wesentlichen Vorzug vor den Schwermetallegierungen des Aluminiums dürfte das geringe spezifische Gewicht des Magnesiums bedingen (Magnesium 1,7, Aluminium 2,7, dagegen Kupfer 8,9).

Dr. M. v. P.



Über „Titanthermit".

Eine kurze Mitteilung über Lötung von Eisen mit Eisen vermittelst des Goldschmidtschen „Thermitverfahrens" findet sich bereits im Januarheft 1903 dieser Zeitschrift. Es soll hier von einer anders gearteten Verwendung des Thermits die Rede sein. Zuvor mag noch einmal kurz gesagt sein, was man unter Thermit versteht: Thermit ist ein inniges Gemisch, das im wesentlichen aus Aluminium und einer Eisen-Sauerstoffverbindung besteht. Es hat die Eigenschaft, einmal entzündet, ohne äufsere Zufuhr von Sauerstoff in sich weiter zu brennen. Der Sauerstoff, der zum Brennen benötigt wird, mufs also der Eisenverbindung entzogen werden, und es schmilzt daher ein sehr reines, dünnflüssiges Eisen aus dem Thermit aus, welches schätzungsweise eine Temperatur von 3000° hat. Dieses wird hauptsächlich zum Schweifsen und Löten von Eisen auf Eisen benutzt. Zur Darstellung des Eisens im grofsen wäre das Verfahren zu teuer. Dagegen wird es mit Vorteil angewendet, um die Eigenschaften des

Gufseisens zu verbessern. Es handelt sich vorzüglich um zwei wichtige Aufgaben: Das Flufseisen von den darin gelösten Metalloxyden zu befreien und Gase wie Stickstoff, die z. B. beim Formen in innige Berührung mit der flüssigen Masse kommen, wegzuschaffen; denn diese würden bei der Abkühlung zur Bildung von Poren im Gufseisenstück Anlafs geben. Es ist allbekannt, dafs das schwedische Eisen wegen seiner vorzüglichen Eigenschaften allen anderen Eisensorten vorgezogen wird. Man suchte nach dem Grunde und fand ihn in der Anwesenheit von Titan in den schwedischen Erzen. (Titan ist ein seltenes Element, welches im sogenannten „periodischen System" der Elemente in der Kohlenstoffgruppe hinter dem Silicium steht). Es hat die Eigenschaft, Gase, besonders Stickstoff, zu binden. Auf diese Beobachtung gründet sich das Goldschmidtsche Verfahren der Anwendung von „Titanthermit" zur Erzielung eines poren- und oxydfreien Gufseisens. Thermitmischung, der Titan zugesetzt ist, wird in Büchsen aus Blech verpackt, die Büchse an einem langen Eisenstab angebracht und dann in das flüssige Metall hineingestofsen. Durch die Hitze des Bades entzündet sich sofort das Thermit, die Blechbüchse wird aufgelöst und die Schlacke steigt nach oben. Das Bad kommt während der Reaktion, die $1\frac{1}{2}$—2 Minuten dauert, in kräftige Wallung, so dafs eine vollkommen gleichmäfsige Durchmischung erreicht wird. Die Menge des zuzusetzenden Thermits beläuft sich auf $\frac{1}{8}$—$\frac{1}{4}$ pCt. vom Gewicht des Metallbades. Falls man nur eine durchmischende Wirkung erzielen will, kann man ebenfalls das Titanthermit mit Erfolg anwenden, z. B. wenn man dem bereits aus dem Ofen in die Giefspfanne strömenden Eisen durch Zusatz von Ferromangan oder Ferrosilicium eine gröfsere Härte bezw. Weichheit geben will; ebenso wenn man zur Erzielung einer besonderen Festigkeit Stahlabfälle in gröfseren Mengen mit einschmilzt. Immer dient die Büchsenreaktion dazu, das Material homogen und dicht zu machen.

Dr. M. v. P.

Zur Reinigung antiker Bronzen machte Professor Rhousopulos in der Chemischen Zeitschrift von Professor Ahrens einige Bemerkungen von allgemeinem Interesse. Nach seinem Verfahren wurde die Reinigung und Wiederherstellung sowohl der Bronzen auf der Akropolis, als auch jener wundervollen Funde vorgenommen, die vor Antikythera mehr als 2000 Jahre lang auf dem Meeresgrunde geruht haben. Dafs derartige Gegenstände oft bis zur Unkenntlichkeit

verändert eind, verstcht sich von selbet. Seealgen, Salzwaeeer und Druck haben dae Ihrige getan, um aucb den letzten Rest von innerem Halt zu zerstören. So veränderte Stücke fallen dann meist trotz aller Konservierungskünste der völligen Vernichtung anheim. Selbst ein trockener Aufhewahrungsplatz im Museum kann sie nicht mehr schützen. Bisweilen aber ist das korrodierte und zernagte Ausseben nur ein rein äufeerlicber Effekt, und die wertvolle Reliquie echlummert unversehrt unter ihrer nnaneehnlicben Umhüllung von Schlammkrueten, Kalk- und Kieselverhindungen oder einer Schicbt von Metalloxyden. Dann ist sie zu retten. Eine sachverständige, cbemieche und im Grunde aufserordentlich einfache Behandlung fördert sie wieder zutage. Der Gegenstand wird mit einem Zinkstreifen umwickelt und in eine Lösung von verdünnter Salzsäure gelegt. Dann tritt in hekannter Weise Elektrolyee ein, und das Zink löst eich unter Bildung von Wasserstoff auf. Gleichzeitig beginnt der Reinigungsprozefs. Der entstandene Waseerstoff nämlich macht sicb an den Bronzegegenstand und reduziert die entstellenden Kupferverbindungen wiederum zu metallisch feetem Kupfer. Bronzen, die nacb dieeem elektrolytischen Verfahren behandelt wurden, eind in der Tat kaum noch wiederzuerkennen und überraschen in böchetem Mafse durch ihre fast unversehrten Formen. Sind irgendwelche Spuren chemiecher Verunreinigungen zurückgeblieben, eo können allerdings nene Zerstörungen hefürchtet werden. Deehalh folgt der chemischen Reinigung nocb eine mehr mechanische mit Hilfe von Pottaeche und Sodalösung und durch Behandlung mit reinen Metallbürsten. Eine Erhitzung über gelindem Feuer in einer Einbüllung von trockenen Sägeepänen heeeitigt dann aucb noch die letzten Spuren von Feuchtigkeit. Werden die gereinigten Gegenstände vorsichtig mit einer feinen Schicbt von reinem Wacbe eingerieben, so erhalten eie eine Widerstandsfähigkeit, welche den Einflüesen der Witterung durch Jahrhunderte zu trotzen vermag. Soweit der Bericht dee griechiecben Profeeeors. Wir wollen bemerken, dafe dae von ihm geechilderte Verfahren hier zu Lande durchaue nicht unbekannt und neu iet. Es wird schon seit längerer Zeit zur Konservierung der Bronze-Altertümer uneerer Museen mit beetem Erfolge angewendet (vgl. auch „Himmel und Erde“, Jahrg. XIV, Seite 475).

D.



Jochmann: Grundrifs der Experimentalphysik. Herausgegeben und bearbeitet von O. Hermes und P. Spies. Verlag von Winckelmann & Söhne, Berlin.

Das beliebte und allgemein geschätzte Schulbuch liegt nunmehr in fünfzehnter Auflage vor. Es hat sich sowohl nach Form als Inhalt sehr verändert und, wie wir gleich vorweg bemerken wollen, auch zu seinem Vorteil. Schon die Ausstattung ist eine wesentlich bessere geworden: gutes Papier und guter Druck, dazu eine grofse Anzahl neuer oder umgezeichneter, immer aber instruktiver Figuren. Ein Dreifarbendruck und eine Spektraltafel fallen besonders auf, letztere namentlich durch die Richtigkeit und Leuchtkraft ihrer Farben. Mit der Ausstattung kann man daher wohl zufrieden sein, aber auch mit dem Inhalt, der nicht nur viel reichhaltiger, sondern vor allem auch klarer und übersichtlicher geworden ist. So haben die Abschnitte über Wärme, Spektralanalyse, über das magnetische Kraftfeld, über den Funkeninduktor, über elektrische Lampen, über Röntgenstrahlen und Radiumstrahlen eine gesunde Umarbeitung erfahren; auch sehen wir in dem Abschnitt über Interferenzfarben eine gute Abbildung der durch stehende Lichtwellen erzeugten Streifen in einer photographischen Schicht. Bei der Behandlung des Grammeschen Ringes hätten wir vielleicht einen umgekehrten Gang der Darstellung gewünscht. Es empfiehlt sich sehr, zu zeigen, wie zunächst bei Bewegung allein der Wickelung in einem homogenen Felde die elektromotorischen Kräfte auch in den Windungselementen der einzelnen Ringhälften einander entgegenwirken und wie dann erst durch Einfügung des Eisenringes eine Strömung ermöglicht wird. Doch das ist schliefslich Ansichts- und Geschmackssache. Man wird jedenfalls keine Seite des Buches lesen können, ohne sich nicht an der Anordnung des Stoffes und der Darstellung zu erfreuen. Die Neubearbeitung des Werkes seitens der Herren Herausgeber — man sieht insbesondere unschwer die Spiessche Einwirkung — ist eine sehr eingehende und liebevolle gewesen. Der aufmerksame Leser erkennt dies nicht sowohl an den neuen Abschnitten, als vielmehr an gewissen kleinen Änderungen, Zusätzen, Parenthesen und Fortlassungen im Text, denen oft eine wesentliche Klärung zu danken ist. Die reichlich eingestreuten Beispiele aus der Praxis sind gut gewählt (so z. B. Radfahrer und Gyrometer bei der kreisförmigen Zentralbewegung, Explosionsmotore und Dampfturbinen bei der Expansion u. s. f.), sie beleben den Stoff und halten vor allem glücklich die einem elementaren Lehrbuche der Physik gesteckten Grenzen inne. Möge das Buch auch im neuen Gewande wiederum den Kreis seiner Freunde erweitern. — Über die Gesamtanordnung und Auswahl des Stoffes wird man dem Pädagogen von Fach das Urteil überlassen müssen, nur bezüglich des vom II. Hauptsatz der Wärmetheorie (§ 244) handelnden Abschnitts möchten wir uns noch eine Bemerkung erlauben. Die ältere Auflage enthält vom II. Hauptsatz überhaupt nichts, und das ist sicher eine arge Lücke. Gewifs darf man heute dem älteren Schüler den Begriff der Energiewertigkeiten und der Entropie nicht mehr verschweigen, ob man aber in

der Darlegung so weit gehen darf wie die Verfasser und zwar mit einer elementar-mathematischen Behandlung, die am Ende doch nicht ausreicht, steht dahin. Jedenfalls dürfte dieser Teil des Buches der am meisten umstrittene und bestrittene worden. Wir hatten den Eindruck, als sei er mehr für den Lehrer als für den Schüler geschrieben. Der Lehrer schaut die Dinge vom erhabenen Standpunkt an — oder sollte es doch tun —, der Schüler aber klimmt empor und macht die Bekanntschaft neuer und jedenfalls schwer zu umfassender Begriffe zum ersten Male. Er mufs sich unseres Erachtens an der vortrefflich zubereiteten und klug dargebotenen, aber doch schwer verdaulichen Speise den Magen verderben. Dringt er aber wirklich hindurch, versteht er in der Tat, dafs $\int dH/\theta$ numerisch gleich der Entropie nur bei ideal umkehrbaren Prozessen, in Wirklichkeit aber stets gröfser ist und so jenes Wärmeverlustmafs darstellt, das überhaupt eine Veränderung ermöglicht, so wird er leicht eine Anzahl von Prozessen konstruieren können, in denen eine Entwertung höherer Energie zu Wärme gar nicht vorkommt (Swinburne). Soll man ihm dann auf elementarer Grundlage beweisen, dafs auch in solchen Fällen die Entropie zunimmt? Damit hätte sich die Universität und die technische Hochschule zu befassen. Also mit einem Wort: Was da im § 244 zu lesen ist, ist für den Fachmann recht erfreulich und in der Tat mit den unzulänglichen Mitteln der elementaren Mathematik vortrefflich dargestellt, für den Schüler jedoch wäre weniger mehr gewesen. Vielleicht versucht man es einmal ganz ohne Mathematik, etwa: Nur bei einem Übergang von einem Körper höherer zu einem Körper tieferer Temperatur kann Wärme Arbeit leisten (etwa wie fallendes Wasser, Sadi Carnot). Der Vergleich ist jedoch nicht völlig zutreffend, da nicht die unveränderte Wärmemenge, sondern nur ein Teil davon auf tieferem Temperaturniveau anlangt. Der andere Teil verschwindet und wird in mechanische Arbeit verwandelt (Clausius). [II. Hauptsatz.] Die ganze durch Arbeit erzeugte Wärme kann daher nicht wieder in mechanische Arbeit etc. zurückverwandelt werden, ein Teil geht bei dem Prozefs auf einen Körper niederer Temperatur über. [Energiewertigkeit, Degradation.] Von der Gesamtenergie des Weltalls ist ein Betrag bereits als Wärme auf kältere Körper übergegangen; er wächst ständig und stellt gewissermafsen den Gewinn der Natur bei dem Tauschgeschäft dar (Entropie). Mit dem völligen Ausgleich aller Wärmeunterschiede ist zwar die Gesamtenergiemenge unverändert geblieben, die Bedingung für die Rückverwandelung in andere, höhere Energieformen (II. Hauptsatz) jedoch verloren gegangen. Ende des Weltprozesses. Das Gesetz von der Erhaltung der Energie geht auch aus diesen Überlegungen unversehrt hervor. — Für eine neue Auflage, die wir dem vortrefflichen Buche recht bald wünschen, möchten wir derartige Erwägungen anheim geben. Dr. B. D.

Classen, A.: Ausgewählte Methoden der analytischen Chemie. Braunschweig. Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn. 1903. II. Band.

Wir haben gelegentlich des Erscheinens des ersten Bandes von Classens analytischer Chemie bereits unser Urteil über das Buch abgegeben und brauchen diesem heute nicht mehr allzuviel hinzuzufügen. Der zweite Band hält sich durchaus auf der Höhe des ersten und gibt ein recht anschauliches Bild über die Analyse der Metalloide. Wir betrachten es als einen Vorzug, wenn sich der Verfasser von vornherein an den Studierenden, bezüglich den Chemiker von Fach wendet. Dies erspart ihm manche Weitläufigkeit. Zunächst wird Sauerstoff und Ozon abgehandelt und deren Bestimmung besprochen. Die folgenden Kapitel sind der Wasseranalyse, sowohl in wissenschaftlicher wie

in praktischer Beziehung gewidmet. Dann folgen Schwefel und die Halogene mit ihren Säuren, ferner die Besprechung einiger wichtiger Explosivstoffe und die Herstellung des Argons und Heliums. Später erscheinen in sehr sachgemäfser Darstellung Phosphor, Bor, Silizium, Kohlenstoff, die Karbonate und Perkarbonate. Sehr erwünscht dürfte den meisten Lesern auch eine sehr eingehende instruktive Darstellung der Elementaranalyse sein, die den Beschlufs des Classenschen Buches bildet. Die Ausstattung ist, wie bei Vieweg stets, eine vorzügliche, die Darstellung der Edelgasspektra, offenbar aus dem Erdmannschen Buche herübergenommen, sogar ganz vortrefflich. Wir empfehlen auch den zweiten Band des Werkes dem Chemiker von Fach. D.

Jahrbuch der Photographie und Reproduktionstechnik 1903. Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a./S.

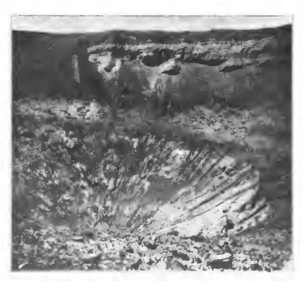
Eders Jahrbuch steht auch diesmal wieder ganz auf der gewohnten Höhe. Der Bericht über die Fortschritte der Technik ist sehr vollständig, sachgemäfs und läfst kaum eine Lücke offen. Fachmann und Amateur werden in ihm viel Neues finden und genug davon in ihre Praxis übernehmen können. Von den zahlreichen Originalarbeiten erwähnen wir die Aufsätze „Über stereoskopische Photographie in natürlicher Gröfse" von Elschnig in Wien, „Untersuchungen über Körperfarbenphotographie" von R. Neuhauss, „Der Fortschritt im Dreifarbendruckverfahren" von Husnik, „Der Stereokomparator" von J. Rheden, „Untersuchungen über die Sensibilisierung durch Farbstoffe" von v. Hübl, „Drachenphotographie" von R. Thielo, „Dreifarbengummidruck" von R. Rapp. Von den kleineren Notizen interessiert besonders die Katatypie, aus dem Anhang die neue Objektivprüfungsmethode von Hartmann. — Drysdales Methode zur Bestimmung der relativ gröfsten Blendenöffnung ist keineswegs neu; Ref. benutzt sie bereits seit mehreren Jahren. Dem Coxinverfahren wünschen wir im nächsten Jahrbuch eine viel kürzere Behandlung, vielleicht einen Nachruf. B. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Bomben vom Ausbruch des Volcano im Jahre 1888.



Der Explosionskrater des Volcano-Ausbruchs von 1888.



Die Einheitlichkeit der Längenmafse und Längenmessungen.

Von Prof. Dr. C. Koppe in Braunschweig.

Die Längenmafse, deren man sich bis vor wenig mehr als einem Jahrhundert allgemein bediente, waren fast sämtlich von bestimmten Teilen des menschlichen Körpers abgenommen, wie Fufs, Schritt, Spanne, Elle, Klafter etc. Die gebräuchlichste Mafseinheit bildete der Fufs, aber so ungleich derselbe bei den einzelnen Menschen ist, so verschieden waren die Längenmafse ursprünglich selbst in nahe benachbarten Ländern, so dafs der „Sachsenspiegel", eine Darstellung des Rechtes im Mittelalter, die Bemerkung enthält, dafs man selten zwei Länder, ja kaum zwei Städte finden wird, die einerlei Mafs haben. — Wie sich diese Verhältnisse geändert haben, geht aus einem Berichte hervor, den J. R. Benoît, Direktor des internationalen Mafs- und Gewichts-Bureaus in Paris, der letzten allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung vor kurzem abstattete. Hiernach wurden im Jahre 1903 drei Mefsstangen, von denen eine dem „service geographique" der französischen Armee, eine zweite der geodätischen Kommission von Mexico, die dritte dem internationalen Bureau selbst gehören, in ihrem Pavillon zu Bréteuil genau verglichen. Drei weitere dort anzufertigende und zu vergleichende Längenmefs-Apparate von gleicher Beschaffenheit sind bestimmt für das Zentral-Bureau in Rufsland, die geodätische Kommission von Japan und die Normaleichungs-Kommission in Berlin. Aufser diesen unter sich identischen Apparaten wurden Anfang des Jahres zur Vergleichung eingesandt die Mefsstange, mit der kurz vorher eine Basis bei Quito in der Republik Equador gemessen worden war, eine andere, welche der General-Direktion des Vermessungswesens in Ägypten

gehört, und eine dritte, der Akademie zu Stockholm gehörig, die zur Basismessung auf Spitzbergen in den letzten Jahren gedient hat. Aus der Gesamtheit dieser Vergleichungen, schliefst der Bericht, wird nicht nur eine scharfe Bestimmung jedes einzelnen Apparates folgen, sondern ihre Resultate werden eine wertvolle Einheitlichkeit in der allgemeinen Geodäsie des Erdkörpers an seinen entferntesten und verschiedensten Stellen herbeizuführen berufen sein.

Es soll im folgenden in Kürze eine übersichtliche Darlegung gegeben werden, auf welchem Wege man von einer geradezu babylonischen Verwirrung in den Längenmafsen und Längenbestimmungen durch die Erdmessungs-Arbeiten zu einer unseren internationalen Verkehrsbedürfnissen auch in praktischer Hinsicht unentbehrlichen Einheitlichkeit gelangt ist, wohl einer der glänzendsten Beweise für die alte, den menschlichen Geist stets zu neuen Anstrengungen anspornende Erfahrung, dafs und wie sehr die Erforschung wissenschaftlicher Wahrheiten um dieser selbst willen doch in der Folge den praktischen Bedürfnissen der Menschheit zugute kommt. — Die Frage nach der Gröfse und Gestalt der Erde hat die Menschheit seit Jahrtausenden beschäftigt. Solange dieselbe als eine Kugel angesehen wurde — und dies war seit Pythagoras bis vor zwei Jahrhunderten der Fall — genügte die Ermittelung eines Teiles ihres Umfanges nach Längen- und Bogenmafs, um die ganze Länge ihres gröfsten Kugelkreises und damit auch den Erdradius zu berechnen. Geht man von einem Orte in Nord-Süd-Richtung so weit, bis der Himmelspol — in erster Näherung der Polarstern — um einen Grad mehr oder weniger hoch über dem Horizonte liegt, so findet man für den hierzu notwendigen Weg in runder Zahl eine Länge von 111 km und schliefst daraus, dafs der ganze Umfang 360 mal gröfser ist, oder genauer 40 000 km. Die zu einer solchen „Gradmessung“ erforderliche Längenbestimmung wurde bis zur Einführung der Triangulierungsmethode durch direkte Messung der ganzen Gradstrecke ausgeführt. So bestimmte der alexandrinische grofse Geometer Eratosthenes 200—300 Jahre n. Chr. einen Bogen zwischen Syene und Alexandrien, Posidonius etwa 100 Jahre später einen solchen zwischen Alexandrien und Rhodus, aus denen sie den Erdumfang zu 250 000 und 240 000 Stadien (à 185 m) berechneten, d. i. um mehr als den zehnten Teil zu grofs. Dem wahren Werte wesentlich näher kamen die Araber, die unter dem Kalifen Almansor im neunten Jahrhundert n. Chr. in der Ebene von Mesopotamien eine Gradmessung ausführten. Ihre Mafseinheit war die „Elle“ à 144

Gerstenkorn-Breiten, deren Länge nach der Einteilung der Nilmesser in Ägypten noch bestimmt werden konnte. Im Jahre 1525 mafs der Franzose Fernel einen Bogen zwischen Paris und Amiens nach Fufsmafs, wobei er die Zahl der Umdrehungen eines Wagenrades zur Längenbestimmung benutzte; er führte so die erste Gradmessung in unserem Erdteile aus, die zugleich durch Zufall ein der Wahrheit sehr nahe kommendes Resultat für die Länge des Erdradius lieferte.

Diese ersten Versuche, die Gröfse der Erde zu ermitteln, konnten ihrer Natur nach nur zu wenig genauen Ergebnissen führen, zumal die Längenbestimmungen mehr auf Schätzungen als auf wirklichen Messungen im heutigen Sinne des Wortes beruhten. Einen wesentlichen Schritt weiter kam der Niederländer Snellius, der anstatt der direkten Längenmessung des ganzen Bogens eine indirekte Ableitung seiner Gröfse aus einer weit kürzeren Strecke mit Hilfe von Dreiecksmessungen einführte. Diese Triangulierungsmethode ist seitdem immer weiter ausgebildet worden und wird nicht nur bei Gradmessungen, sondern auch zur Längenübertragung bei den Landesaufnahmen ganz allgemein benutzt. Mifst man in einem Dreiecke eine Seite und die Winkel, so kann man die Länge der beiden anderen Seiten leicht berechnen. Reiht man an das so bestimmte erste Dreieck ein zweites, so dafs es mit ihm eine Seite gemeinsam hat, so braucht man in ihm nur die Winkel zu messen, um auch seine Seitenlängen berechnen zu können. An das zweite Dreieck kann man in gleicher Weise ein drittes ansetzen und so fort vom Anfangspunkte des Bogens bis zu seinem Endpunkte, deren lineare Entfernung dann aus der sie verbindenden Kette von Dreiecken unschwer abzuleiten ist. Snellius, der sich nach seinem grofsen Vorgänger in Alexandrien „Eratosthenes Batavus“ nannte, mafs im Anfange des siebzehnten Jahrhunderts eine Standlinie von ca. 87 rheinländischen Ruten, etwas über 300 m. Aus dieser Basis leitete er durch Dreieckverbindungen (Fig. 1) und Winkelmessungen die mehr als 12 mal längere Linie L(eiden)—S(öterwoude) ab und schlofs an diese dann einige dreifsig gröfsere Dreiecke an bis zum andern Endpunkte des zu bestimmenden Gradbogens, der bei Bergen lag. Der Bogen von einem Grade erhielt hiernach eine, wie sich später zeigte, bis auf einige Zehntel Prozente richtige Länge. Zur Längenmessung selbst dienten hölzerne Mefsstangen, die auf dem Boden geradlinig aneinander gelegt wurden von einem Endpunkte der Basis bis zum anderen.

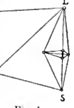


Fig. 1.

Im weiteren Verlaufe des siebzehnten und dann auch im achtzehnten Jahrhundert waren es hauptsächlich die Franzosen, welche zahlreiche und wichtige Gradmessungsarbeiten ausführten. Newton hatte aus theoretischen Betrachtungen den Schlufs gezogen, die Erde könne nicht — wie seither angenommen — kugelförmig sein, sondern sie müsse infolge ihrer Rotation die Gestalt eines an den Polen abgeplatteten Umdrehungs-Ellipsoides haben. War dies richtig, dann mufsten Gradmessungen in nördlicheren Teilen der Erde gröfsere Werte der Gradlänge ergeben als solche in der Nähe des Äquators, da von diesem auf dem Wege zu den Polen die Krümmung der Erdoberfläche dann eine immer schwächere wird. Nun ergaben aber die Gradmessungen, welche Picard und später Cassini in verschiedenen Teilen Frankreichs ausführten, das gerade Gegenteil, denn im Norden des Landes wurde die lineare Länge eines Meridiangrades anstatt gröfser um ein beträchtliches Stück kleiner als im Süden erhalten. Cassini und mit ihm die Gelehrten Frankreichs schlossen demzufolge, dafs die Erde eine nach den Polen zu verlängerte Gestalt habe, während die Engländer auf Newtons Seite standen und an der abgeplatteten Form festhielten. Um diese wissenschaftliche Streitfrage zur Entscheidung zu bringen, sandte die französische Akademie der Wissenschaften 1735 zwei Expeditionen aus, die eine nach Peru, die andere nach Lappland, um Gradmessungen unter möglichst verschiedenen geographischen Breiten auszuführen. Gleichzeitig wurde auch in Frankreich selbst eine Revision der älteren Messungen vorgenommen. Das Resultat aller dieser Beobachtungen war die unzweideutige Feststellung einer nach den Polen zu abgeplatteten Erdgestalt.

Jede der beiden vorerwähnten Expeditionen hatte zur einheitlichen Mafsvergleichung einen 6 Pariser Fufs langen Normalmafsstab, eine „Toise“, mitgenommen, von denen die „Toise von Peru“ unbeschädigt wieder nach Paris zurückkam. Dieselbe wurde dann zum französischen Normalmafse erklärt, und als gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Metermafs in Frankreich eingeführt werden sollte, einer erstmaligen Bestimmung der Länge des Meters als zehnmillionsten Teiles des nördlichen Meridian-Quadranten zugrunde gelegt. Seine genauere Feststellung erfolgte durch eine neue Gradmessung in Frankreich, zu welcher zum ersten Male ein bimetallischer Basismefsapparat durch Borda konstruiert wurde.

Zu den ersten Basismessungen seit Snellius waren, wie bereits erwähnt, hölzerne Mefslatten benutzt worden. Um dieselben haltbarer und besser vergleichbar zu machen, versah man sie an den Enden mit

Metallbeschlägen, analog wie bei den Mefsstangen, welche heute von den Landmessern und Ingenieuren benutzt zu werden pflegen. Ursprünglich wurden dieselben beim Messen unmittelbar aneinandergelegt, später liefs man zwischen ihnen einen kleinen Zwischenraum, damit keine stofsende oder zwängende Wirkung eintreten konnte, und mafs ihren jeweiligen Abstand gesondert mit einem kleinen Anlege-Mafsstabe oder mittelst eines zwischengeschobenen Mefskeils. Mit den Fortschritten der Geodäsie durch Erfindung des Fernrohrs, der Libelle, der genauen Teilmaschinen u. s. w. erwies sich das Holz mehr und mehr als ein zur Konstruktion von Basismefsapparaten wenig geeignetes Material, da es durch Wärme und Feuchtigkeit unregelmäfsige Veränderungen erleidet. Nach Versuchen mit Glasstäben und Glasröhren ging man zu Metallstangen über, deren Temperatur mit Hilfe von Thermometern bestimmt wurde, um nach dem Ausdehnungs-Koeffizienten des Metalls die Länge der Mefsstange auf eine „Normaltemperatur" reduzieren zu können. Um die mittlere Stangentemperatur genauer zu ermitteln, machte Borda bei seinem neuen Basismefsapparate diesen selbst zu einem Metall-Thermometer, indem er zwei gleiche, aber aus verschiedenen Metallen, Platin und Kupfer, gearbeitete Stäbe von 2 Toisen Länge aufeinanderlegte, am einen Ende fest miteinander verschraubte, im übrigen aber frei beweglich liefs, so dafs sie sich jeweils den Anforderungen der Temperatur entsprechend ausdehnen konnten. Der Abstand ihrer freien Enden wurde genau gemessen und gestattete einen Rückschlufs auf die jeweilige mittlere Temperatur der beiden Stangen, von denen dann die eine als eigentliche Mefsstange zur Bestimmung der Länge der Basis benutzt wurde, während die andere gleichsam als Thermometer diente. Zu dem Bordaschen Apparate gehörten 4 solche bimetallische Stangen, die bei der Basismessung voreinander gelegt und durch kleine Schieber zur Berührung gebracht wurden. Mit ihnen mafsen zunächst Delambre und Méchain für die grofse französische Gradmessung zur genaueren Bestimmung des Metermafses zwei Grundlinien von je ca. 6000 Toisen Länge, die eine bei Melun, die andere bei Perpignan, welche das allgemeinste Interesse, namentlich der ganzen wissenschaftlichen Welt, erregten. In der Folge wurden dann noch mehrere andere Grundlinien für die Triangulierung Frankreichs mit dem gleichen Apparate gemessen, und als zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Erdmessung, die bis dahin gleichsam eine französische Wissenschaft gewesen war, ihre glänzendsten Vertreter in Deutschland, namentlich durch Gauss und Bessel, fand, behielt letzterer bei

seiner berühmten Gradmessung in Ostpreufsen das bimetallische Prinzip bei und konstruierte für seine Basismessung einen dem Bordaschen entsprechenden Apparat, jedoch mit Anbringung wesentlicher Vervollkommnungen. Dieser Besselsche Basis-Mefsapparat, der aus 4 Doppelstangen — Zink und Eisen — besteht, und bei welchem die Zwischenräume zwischen den keilförmigen Stangenenden vermittelst kleiner zwischengeschobener Mefskeile gemessen wurden (vgl. Fig. 2), ging später in den Besitz des preufsischen Generalstabes über, der dann im Laufe des vergangenen Jahrhunderts sämtliche Basismessungen mit ihm vornahm, welche bei der Triangulierung und Landesaufnahme Preufsens als Grundlagen für die Längenbestimmungen dienten. Auch in anderen Ländern wurden mit den Fortschritten der Geodäsie immer zahlreichere und genauere Basismessungen vorgenommen, wobei gleichzeitig ein neues Prinzip der Längenbestimmung, dasjenige der „optischen“ Kontaktmessung mehr und mehr in den Vordergrund trat.

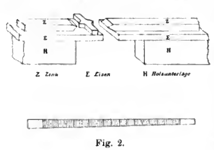


Fig. 2.

Bei den erwähnten Basismefsapparaten wurden die Mefsstangen, wenn auch nicht mehr unmittelbar mit ihren Enden, so doch mittelst kleiner Schieber oder Mefskeile zur „mechanischen“ Berührung gebracht. Da eine solche Berührung ganz ohne Druck auf die Stangenenden nicht ausführbar ist, so kam man auf den Gedanken, anstatt der Endmafse zur Vermeidung jeglichen Druckes Strichmafse zu benutzen. Der erste, welcher einen auf diesem Prinzipe des optischen Kontaktes beruhenden Mefsapparat konstruierte, scheint Haesler gewesen zu sein. Er benutzte eine Metallstange von 4 Toisen Länge, auf deren nahe an den beiden Enden angebrachte Marken je ein Mikroskop mit seinem Fadenkreuze scharf eingestellt wurde. Die Entfernung der beiden in der Basislinie auf Stativen fest aufgestellten Mikroskope entsprach somit genau der Stangenlänge. Wurde nun die Stange in der zu messenden Linie so weit vorgeschoben, bis ihr Anfangspunkt unter das vordere Mikroskop 2 fiel und auf ihren Endpunkt ein drittes Mikroskop eingestellt, so war dieses dann um die doppelte Stangenlänge vom Mikroskop 1 entfernt. Eine Wiederholung des gleichen Verfahrens ergab beim vierten

Mikroskope 3 Stangenlängen und so fort von einem Endpunkte der Basis bis zum anderen das gesuchte Längenmafs derselben durch „optische“ Aneinanderreihung der Stangenlängen, wozu naturgemäfs eine Mefsstange genügte. Haseler mafs mit seinem Apparate gegen Ende des 18. Jahrhunderts zunächst eine Basis in der Schweiz

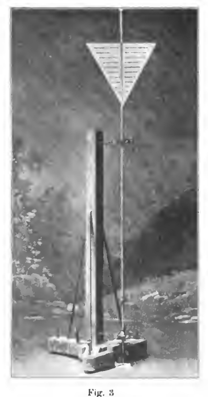


Fig. 3

und später mehrere Grundlinien für die Küstenaufnahme der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. In der Folge wurde der Basismefsapparat mit „optischem“ Kontakte immer weiter vervollkommnet, namentlich durch den Mechaniker Brunner in Paris, der um die Mitte des vergangenen Jahrhunderts im Auftrage der spanischen Regierung und später auch für andere Staaten vorzüglich gearbeitete derartige Instrumente anfertigte. An einer Messung mit dem spani-

schen Apparate hatte ich Gelegenheit, mich zu beteiligen. Dieselbe war um so interessanter, als sie von Spaniern in der Schweiz ausgeführt und dann von den Schweizern wiederholt wurde. Das ging folgendermafsen zu: Im Oktober 1853 hatte die spanische Regierung den Entschlufs zur Vornahme einer neuen Landesvermessung gefafst. Die dieserhalb berufene Kommission begann ihre Arbeiten mit Her-

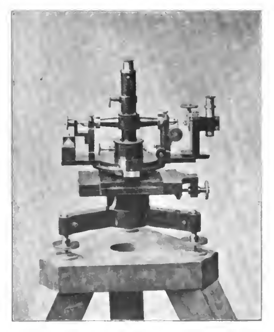


Fig. 4.

stellung eines Basismefsapparates durch den Mechaniker Brunner in Paris nach den Angaben des Generals Ibañez, welch letzterer nach dessen Vollendung eine 15 km lange Grundlinie bei Madridejos im Jahre 1858 mit solcher Genauigkeit mafs, dafs die Überlegenheit des Brunnerschen Basismefsapparates allgemein anerkannt wurde. Wenige Jahre darauf gründete der preufsische General Baeyer die „Europäische Gradmessung", eine Vereinigung der Staaten Europas zur Erforschung der Oberflächen-Gestaltung unseres Kontinentes, die sich zwei Jahrzehnte später zur „Internationalen

Erdmessung" erweiterte, der grofsartigsten und umfaesendeten wissenschaftlichen Vereinigung aller Kulturstaaten der Welt zur gemeinsamen Forschung mit gegeneeitiger Förderung der Einheitlichkeit des Vorgehene. Ale nun zu Anfang der achtziger Jahre die Schweiz Grundlinien für ihre Gradmeseungsarbeiten meeeen mufete und keinen geeigneten Basiemefeapparat besafe, erbot eich Spanien, den seinigen



Fig. 5.

zu dieeem Zwecke leihweise zur Verfügung zu stellen, und General Ibañez übernahm es, diesen Apparat nicht nur nach der Schweiz transportieren zu lassen, sondern in eigener Person mit seinem bereits eingeübten Personal den Schweizern im Gebrauche desselben Anleitung zu geben und eine Bseie hierzu vor ihren Augen zu meesen. Die Instrumente mit allem Zubehör wurden Mitte August 1880 in einem eigenen Waggon von Madrid nach Aarberg bei Bern traneportiert, und am 20. August traf General Ibañez mit dem Kommandanten Caeeado, 12 Offizieren und 10 Unteroffizieren vom geographisch-

statistischen Institut Spaniens daselbst ein. Der Unterzeichnete, welcher damals für die schweizerische Gradmessungs-Kommission arbeitete, war beauftragt worden, eine geeignete Strecke für die Basismessung auszusuchen. Dieselbe wurde auf der nahezu ebenen und auf 2,4 km Länge geradlinigen Landstrafse von Aarberg nach Neuenburg gewählt, an den Endpunkten durch eingemauerte Granitpfeiler mit eingesetzten Metallbolzen dauerhaft bezeichnet und in Strecken von ungefähr 400 m Länge eingeteilt, die nach der Anweisung des Generals Ibañez zur Vergleichung bei der Wiederholung der Messungen benutzt werden sollten. Am 22. August morgens 4 Uhr wurde zur ersten Basismessung ausgerückt. Das Wetter war trübe und den Beobachtungen wenig günstig. Erst nach 5 Uhr war es hinreichend Tag geworden, um die Miren, lotrechte Metallstäbe (Fig. 3), mit denen die Richtung der Basis bezeichnet war, deutlich erkennen zu können. Über dem Anfangspunkte der Basis, der durch ein feines Kreuz im Metallbolzen des daselbst eingemauerten Steinpfeilers bezeichnet war, wurde ein „Mikroskop-Theodolit“ (Fig. 4) aufgestellt, sein genau lotrecht gestelltes Fernrohr zunächst durch horizontales Verschieben des ganzen Instruments scharf auf den Basis-Anfangspunkt gebracht und dann in horizontaler Lage (Fig. 5) auf die Richtungs-Mire geführt. Das seitlich am Theodoliten angebrachte „Mikroskop“ bezeichnete dann mit seinem feinen Fadenkreuze den „optischen“ Anfangspunkt der Basis, über welchen dann die 4 m lange Mefsstange mit ihrem Anfangsstriche gebracht wurde, indem man dieselbe so lange verschob, bis dieser Strich genau unter das Fadenkreuz des Mikroskopes fiel.

Auf den Endstrich der Mefsstange stellte ein anderer Beobachter das Mikroskop eines zweiten ebensolchen Instrumentes scharf ein, so dafs zwischen den Mikroskopen 1 und 2 nun genau der Abstand einer Stangenlänge war. Nachdem Temperatur und Neigung der Stange am Thermometer und Niveau abgelesen waren, wurde die Mefsstange auf Kommando vorsichtig aufgehoben, um ihre Länge vorwärts getragen und auf in der Basislinie bereits aufgestellte weitere zwei Auflage-Stative (Fig 6) gelegt, um dann auf diesen so lange hin und her geschoben zu werden, bis ihr Anfangsstrich genau unter das Mikroskop 2 fiel. Das am Ende der Stange aufgestellte und über deren Endstrich gebrachte dritte Mikroskop hatte, nachdem sein Fadenkreuz durch Verschieben genau mit dem Striche auf der Stange zum Zusammenfallen gebracht war, dann seinerseits eine Entfernung vom Basisanfange gleich der zweifachen Stangenlänge und so

fort.[1]) Die Messung geschah in 6 transportablen Zelten (Fig. 7), und sobald das hinterste Zelt frei geworden war, wurde es von 6 Arbeitern aufgehoben und vorn in der Linie wieder angesetzt. Während in den hinteren Zelten eingestellt und gemessen wird, sind in den vorderen die Gehilfen beschäftigt, die nötigen Vorbereitungen zu treffen, Stative für die Mikroskop-Theodolite und Auflagedreifüfse für die Mefsstange

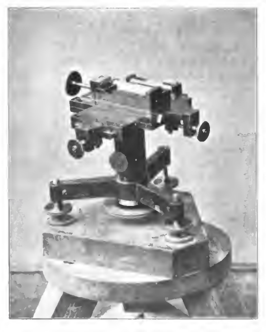


Fig. 6.

in passenden Abständen aufzustellen, einzurichten und mit Hilfe von hölzernen Hilfs-Mefsstäben auch in der Höhenlago so anzuordnen, dafs bei der Messung selbst nur noch kleinere Verschiebungen der Mefsstange wie der Mikroskop-Theodolite erforderlich sind, um die nötigen Koincidenzen herbeizuführen.

Jeder Beobachter und jeder Gehilfe hat seine bestimmte Arbeit,

[1]) Diese Mikroskope bezeichnen und messen eine der Basislinie parallele und ihr genau gleich lange Strecke im Abstande des Mikroskops von der Mitte des Instruments.

die sich von Stangenlage zu Stangenlage wiederholt, und eines jeden Aufgabe ist so berechnet, dafs er Zeit hat, sie auszuführen, ohne seinen Nachbar zu hindern und ohne die Arbeit zu verzögern. So schreitet die Messung gleichmäfsig fort, ruhig, stetig und rasch, geführt von den auf das „fertig“ der Beobachter gegebenen kurzen Kommandoworten des Leiters der ganzen Unternehmung, hier des Generals Ibañez selbst. Zur gesamten Ausrüstung für die Basismessung gehörten aufser der 4 m langen Mefsstange 4 Mikroskop-Theodolite, 6 Stative zur Aufstellung derselben, 4 metallne Unterlags-Apparate für die Mefsstange mit 10 hölzernen Dreifüfsen dazu (Fig. 8), 2 hölzerne Mefsschablonen von je 4 m Länge, Miren usw. Um 5 h 48 m früh war die Messung begonnen worden und trotz des feinen niederrieselnden Regens, der sich nach und nach zu einem tüchtigen Landregen entwickelte, wurde dieselbe in etwas weniger als 3 Stunden

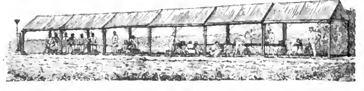


Fig. 7

ohne Unterbrechung programmmäfsig auf 800 m Länge durchgeführt. An den zwei folgenden Tagen wurden in gleicher Weise wieder je 800 m gemessen, somit in 3 Tagen die ganze 2400 m lange Basis. In Abständen von je 400 m zu 400 m waren auf in den Boden eingelassenen kleineren Steinpfeilern mit horizontalen Metallplatten durch optisches Herabloten feste Marken für die gemessene Länge angebracht worden, die bei der zweiten Messung wieder mit eingemessen wurden, um aus den kleinen sich hierbei ergebenden Differenzen ein Urteil über die Genauigkeit der ganzen Arbeit zu erhalten.

Am Nachmittage des 24. August wurden die Instrumente, Zelte und sämtliche Gerätschaften nach dem Basisanfange zurücktransportiert, alle Apparate einer sorgfältigen Prüfung unterworfen und noch an demselben Abend die nötigen Vorbereitungen getroffen, um am folgenden Morgen die zweite Messung sofort beginnen zu können. Am 25., 26. und 27. August wurde dieselbe programmmäfsig in ganz analoger Weise durchgeführt, dann kamen die Schweizer, acht Genie-Offiziere und zehn Unteroffiziere unter Leitung des Oberst Dumur an die Reihe, um nun ihrerseits eine dritte Messung der

gleichen Grundlinie nach dem Vorbilde der Spanier und unter deren Anleitung vorzunehmen, zugleich als Einübung für die weiteren selbständig auszuführenden Basismessungen in anderen Teilen der Schweiz. Am Nachmittage des 27. August, einige Stunden nachdem die Spanier ihre zweite Messung beendigt hatten, wurden schweizerischerseits die ersten vorbereitenden Versuche gemacht. Am fol-



Fig. 8.

genden Morgen stellte General Ibañez zu jedem Beobachter einen seiner Offiziere, und zwar denselben, welcher bei den vorhergehenden Messungen die gleiche Operation vorgenommen hatte, die der betreffende schweizerische Beobachter nun seinerseits ausführen mufste. Nach etwa 30 Stangenlagen rief er seine Leute zurück, das schweizerische Personal arbeitete unter Leitung des Oberst Dumur selbständig weiter, und grofs war die Freude, als sich beim ersten Festpunkte nur eine Differenz von einem halben Millimeter gegenüber der spanischen Messung ergab. Nun ging es rascher vorwärts, und nach

drei Tagen hatten auch die Schweizer die ganze Basis gemessen. Das Resultat stimmte auf 3 mm mit demjenigen der Spanier überein, und das Mittel aus allen 3 Längenmessungen der 2400 m langen Grundlinie erhielt nur einen mittelbaren Fehler um wenig mehr als einen Millimeter.

Die Genauigkeit der Basismessung würde hiernach mehr als ein Milliontel der Länge betragen, wenn nur die reinen Messungsfehler in Betracht kämen. Das ist aber keineswegs der Fall, denn eine weitere und beträchtlichere Fehlerquelle ist die Unsicherheit, welche in der richtigen Ermittelung der Temperatur der Mefsstangen zurückbleibt. Der Ausdehnungs-Koeffizient des Eisens ist nahezu ein Hunderttausendstel der Länge für 1 ° C., derjenige des Zinks etwa doppelt so grofs. Die mittlere Stangentemperatur mufs somit bis auf weniger als 0,1 ° C. richtig bestimmt werden, wenn die Unsicherheit der Längenmessung infolge der angenommenen Stangentemperatur nicht gröfser werden soll als die reinen Messungsfehler. Das ist aber nach allen vorliegenden Erfahrungen auch bei den bimetallischen Mefsstangen nur sehr schwer zu erreichen, denn sobald Veränderungen der Temperatur eintreten, folgt das eine Metall denselben rascher als das andere, und der jeweilige Abstand der freien Stangenenden gibt dann nicht mehr die mittlere Stangentemperatur richtig an. General Schreiber hat als Vorstand der preufsischen Landesaufnahme bei den mit dem Besselschen Basismefsapparate für dieselbe ausgeführten Längenmessungen besonders eingehende Versuche in dieser Richtung angestellt. Er fand, dass das Zink bei Temperatur-Veränderungen diesen stets rascher folgt als das Eisen und dass die hieraus entspringenden Fehler in der Längenbestimmung die eigentlichen Messungsfehler beträchtlich übersteigen. Diese ganz allgemein bestätigte Erfahrung führte dazu, auch wieder einmetallige Mefsstangen zu benutzen und deren Temperatur durch eingelassene Thermometer zu ermitteln. Auch die vorerwähnte, bei den schweizerischen Basismessungen benutzte Mefsstange des Generals Ibañez bestand nur aus Eisen, und nicht mehr, wie bei seinem ersten Apparate, aus zwei Metallen, weil auch er gefunden hatte, dafs die in dieselbe gut eingelassenen 4 Quecksilber-Thermometer ihre mittlere Temperatur genauer bestimmen liefsen als das bimetallische Thermometer der Doppelstangen. Aber auch die Temperaturbestimmung mit den Quecksilber-Thermometern liefs so viel zu wünschen übrig, dafs andere den bimetallischen Stangen den Vorzug gaben und diese beibehielten. Jedenfalls wurde die Unsicherheit in der Tempe-

raturbestimmung als ein grofser Übelstand ganz allgemein empfunden und ihre Beseitigung als Hauptaufgabe zur Vervollkommnung der Basismessungen bezeichnet. Die Amerikaner legten daher, um diee zu erreichen, bei ihren Basismessungen für die „Küstenaufnahme" die Mefsstange ihrer ganzen Länge nach in Eis, um dieselbe auf konstanter Temperatur zu erhalten, und liefeen nur ihre beiden Endstriche so weit frei, dafs die Mikroskope auf sie eingestellt werden konnten.

Da der lange Eiskasten schwer zu traneportieren ist, bauten eie der Basie entlang ein Schienengeleise, legten den Kasten mit der Mefsetange auf einen Rollwagen und fuhren diesen an den dem Schienengeleiee entlang aufgeetellten Mikroskop-Theodoliten nach und nach vorbei. Auf solche Weiee vermieden eie die Temperaturfehler faet gänzlich, und die erreichte Genauigkeit betrug in Wirklichkeit mehr als ein Millionetel der Länge. Dieses amerikanische Verfahren hatte aber einen Übeletand: es wurde zu teuer und umständlich für eine allgemeinere und hinreichend ausgedehnte Anwendung desselben. Seit dem Beginn der wieeenschaftlichen Gradmeeeungen sind weit mehr als hundert Grundlinien bereits gemeesen worden; die Fortechritte der Geodäsie und die Auedehnung der Erdmessungsarbeiten auf immer weitere und zum grofsen Teil noch gänzlich unerforschte Gebiete laeeen es als äufserst wünschenswert und wichtig erscheinen, einen Apparat zu konetruieren, mit dem Längenmeeeungen nicht nur genau, sondern auch leicht und ohne zu grofse Kosten ausgeführt werden können. Ein Mittel hierzu echeint jetzt in der Tat gefunden worden zu eein, und zwar von dem Mitarbeiter am internationalen Mafs- und Gewichte-Bureau in Parie, M. Ch. Ed. Guillaume, durch Entdeckung von Nickel-Stahl-Legierungen, die sich gegen Temperaturschwankungen in bezug auf Längenänderungen nahezu unempfindlich eich verhalten.

Durch die Einführung des Metermafees war in die Mafseysteme der verschiedenen Länder nach und nach eine immer gröfsere Einheitlichkeit gebracht worden. Mit der steigenden Zunahme der Genauigkeits-Anforderungen empfand man es aber als einen nachteilig wirkenden Umetand, dafe das Meter als eolches für die Präzisione-Meseungen nicht mehr genau genug bestimmt war. Nach seiner Definition sollte es der zehnmillionste Teil des nördlichen Meridian-Quadranten sein, aber weder die „Toise von Peru", nach der seinerzeit das Meter provieoriech bestimmt wurde, noch auch das nach der grofsen franzöeiechen Gradmeesung am Ende des 18. Jahrhun-

derts angefertigte „Normalmeter“ aus Platin entsprechen den heutigen Anforderungen an ein genaues „Urmafs“. Auf Anregung der internationalen Erdmessung wurde daher im Jahre 1875 ein internationalee Mafs- und Gewiohtsbureau begründet mit Sitz in Paris, dessen vornehmliohste Aufgabe die Anfertigung eines allen Anforderungen entspreohenden „Normalmeterstabes“ bildete. Unter Leitung von Sainte-Claire-Deville wurde ein eolohes „Urmafs“ aus Platin-Iridium hergestellt, und alle beteiligten Staaten haben genaue Kopien desselben, welohe den Anforderungen der Wiseenschaft und einheitliohen Mafsvergleiohung entsprechen, in den letzten Jahrzehnten erhalten.

Dem internationalen Bureau in Paris verblieb nach Anfertigung der neuen Urmafse für Meter und Kilogramm die weitere Aufgabe der Mafsvergleiohungen und vornehmlioh auch der genauen Längenbestimmung und Vergleiohung aller geodätisohen Mefsstangen, die ihm von den verschiedenen Staatsn zugesandt werden. Zu diesem Zwecke sind naturgemäfs metronomische Untersuchungen verschiedenster Art erforderlioh. Bei einer solohen fand der Direktor des Institutes, M. Benoît, im Jahre 1895, dafs eine Legierung von 22 pCt. Nickel und 3 pCt. Chrom mit Stahl einen Ausdehnungs-Koeffizienten nahe wie Messing hat. Sein Adjunkt, Guillaume, verfolgte das Studium der Nickel-Stahl-Legierungen weiter und dehnte es auf die verschiedensten Mischungsverhältnisse aus, wobei ihm die Stahlwerke der Gesellschaft Commentry-Fourchambault die nötigen Proben herstellten und hilfreich zur Hand gingen. Es ergab sioh unter mancherlei Eigentümliohkeiten im Verhalten der verschiedenen Legierungen, dafs diese von 25 pCt. Niokelgehalt an mit weiterer Zunahme desselben einen immer kleineren Ausdehnungs-Koeffizienten erhalten; bei 36 pCt. Niokelgehalt beträgt derselbe nur noch etwa ein Milliontel der Länge, dann aber nimmt die Ausdehnung bei gröfserem Nickelgehalte wieder zu. Eine Nickel-Stahl-Legierung von 36 pCt. Nickelgehalt hat somit einen zehnmal kleineren Ausdehnungs-Koeffizienten als Platin, Eisen oder irgend ein Metall mit der geringsten Ausdehnung durch die Wärme. Diese Nickel-Stahl-Legierung wurde mit dem Namen „Invar“ helegt und auf ihre Brauohbarkeit für versohiedene instrumentelle Zwecke, namentlich auoh zur Herstellung geodätisoher Mefsstangen, eingehender untersucht. Die Resultate mehrjähriger Prüfungen, zumal auch in Hinsicht auf Längenveränderungen bei verschiedenartiger Behandlung und mit der Zeit, fielen so günstig aus, dafs Direktor Benoît sich entsohlofs, Mefsstangen aus

Invar durch die Stahlwerke von Commentry-Fourchambault herstellen zu lassen. Dieselben haben einen I förmigen Querschnitt (Fig. 9), sind 4 m lang und wiegen 26 kg. Für den Gebrauch zu geodätischen Messungen wird die Stange aus Invar in einen Kasten aus Aluminium eingefügt, so dafs sie vollständig von diesem Metall umgeben und gegen äufsere Einwirkungen beim Transport geschützt ist. Kleine, mit Klappen verschliefsbare Öffnungen dienen zu Mikroskop-Einstellungen auf die Endstriche, zum Ablesen der im Kasten angebrachten Thermometer u. s. w. Trotz des Schutzkastens wiegt der ganze Apparat nicht mehr als 55 kg, d. h. etwa 15 kg weniger als die meisten seitherigen Basismefsapparate. Wie eingangs erwähnt, wurden im letzten Jahre 8 solche Mefsstangen aus Invar bereits fertiggestellt; 3 weitere sind in Arbeit, darunter eine für die Normal-Eichungs-Kommission in Berlin.

Eine weitere aussichtsreiche Verwertung findet das Invar zur Herstellung von „Mefsdrähten" für Basismessungen zweiter Ordnung. Bei den oben besprochenen Basismessungen erster Ordnung wird die gröfstmögliche Genauigkeit angestrebt, und eine solche von rund 1:1000000 ist, wie erwähnt, von den Amerikanern mit ihrem Eisapparate erreicht.

Fig. 9.

Die Längenmessungen der Landmesser und Ingenieure sind im allgemeinen ausreichend genau, wenn eine Abweichung von 1 : 1000 nicht überschritten wird. Zwischen diesen beiden Genauigkeitsgrenzen ist der Abstand sehr grofs, aber nicht minder bedeutend auch der Unterschied der erforderlichen Aufwendungen an Zeit und Mitteln.*)

Für manche Zwecke und Verhältnisse, wie z. B. geodätische Messungen in unkultivierten Ländern, Aufnahmen in den Kolonien u. dergl., treten Basismessungen zweiter Ordnung in ihr Recht, wenn mit diesen unter Aufwendung geringerer Mittel eine ausreichende Genauigkeit erzielt werden kann. Mitte der achtziger Jahre machte E. Jäderin der schwedischen Akademie der Wissenschaften die Mitteilung, dafs er mit Hilfe von Metalldrähten von 20—50 m Länge eine verhältnismäfsig hohe Genauigkeit der Längenmessung in folgender Weise erreicht habe. Die Mefsdrähte wurden über feste Holzstative gelegt, die in der Basislinie aufgestellt waren, und so angespannt, dafs an ihren Enden angebrachte Federkraftwagen eine genau bestimmte Zeigerstellung angaben. Die Dynamometer werden an in der Linie

*) Die früher besprochene Basismessung in der Schweiz kostete, abgesehen von Gehältern der Beamten, Transportkosten etc., täglich ungefähr 500 M.

eingerammte, feste Pfähle angehängt, um die Auflager-Stative zu entlasten. Diese tragen je eine aufrechtstehende, feine Nadel, bei welcher die Millimeterteilung der Drahtenden abgelesen wird, wenn der Meſsdraht die richtige Spannung hat. Der Abstand der Stativnadeln teilt die Basis somit in eine Anzahl mit Hilfe des Meſsdrahtes genau zu bestimmender Strecken. Um den Temperatureinfluſs auf die Länge des Meſsdrahtes zu berücksichtigen, werden Drähte aus verschiedenen Metallen, z. B. Stahl und Messing, benutzt. Die Messungen mit dem einen und dem anderen folgen zeitlich unmittelbar aufeinander; beide Drähte sind vernickelt, um bei gleich beschaffener Oberfläche eine möglichst gleichartige Einwirkung der Temperaturschwankungen zu erhalten. Die letzteren bilden auch hier die hauptsächlichste und nur schwer in genügendem Maſse einzuschränkende Fehlerquelle.

Eine praktische Anwendung dieses Verfahrens machte Ende der neunziger Jahre Oberst Deinert bei der Landesvermessung von Chile, jedoch mit eigenartiger Modifikation der Berücksichtigung des Einflusses von Temperaturschwankungen. Deinert spannte zwei Stahlbänder von je 50 m Länge nebeneinander aus und streckte dieselben mit Hilfe von eingeschalteten Federkraftwagen bis zu einer bestimmten Zeigerstellung der letzteren. Sich selbst überlassen, zeigten die Dynamometer dann bei jeder Temperaturschwankung eine andere Spannung. Diese Spannungsänderungen gestatteten einen Rückschluſs auf die Temperaturveränderungen und gaben dieselben rascher zu erkennen als aufgehängte Quecksilber-Thermometer. Deinert kam daher auf den Gedanken, das eine Stahlband, welches an seinem Platze belassen wurde, zur Temperaturkorrektion des anderen, das zur Basismessung diente, zu benutzen. Ein Gehilfe beobachtete die infolge der Temperaturschwankungen am Dynamometer des stationären Bandes auftretenden Änderungen in der Zeigerstellung und teilte diese jeweils sofort durch Telephon oder optische Signale dem mit der Messung mittels des anderen Bandes beschäftigten Personal mit. Dadurch wurde dieses in den Stand gesetzt, eine entsprechende Änderung der Spannung seines Bandes vorzunehmen, um so den Einfluſs der Temperaturänderungen auszugleichen. Die 7—8 km lange Basis wurde in solcher Weise zweimal gemessen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1 km in der Stunde und einer Abweichung von nur 18 mm der beiden Resultate. Wie weit der Temperatureinfluſs durch dieses Verfahren beseitigt wurde, läſst sich kaum genau beurteilen, jedenfalls aber ist die mit so geringen Mitteln in kurzer Zeit erreichte Genauigkeit der Längenmessung eine verhältnismäſsig sehr groſse, soweit nur

die eigentlichen Messungsfehler in Betracht kommen, und wird die Unsicherheit auoh hier vornehmlich noch duroh den Temperatureinflufs bedingt.

Auch bei den Basismessungen zweiter Ordnung mit Mefsbändern und Mefsdrähten tritt nunmehr das „Invar" helfend ein, da sich aus dieser Nickel-Stahl-Legierung unsohwer derartige Längenmefsapparate mit einem Ausdehnungs-Koeffizienten von weniger als 1 : 1 000 000 für 1° C. herstellen lassen. Der Direktor des internationalen Mafs- und Gewiohts-Bureaus, J. R. Benoît, berichtete der letzten Versammlung der internationalen Erdmessung von zahlreichen und eingehenden Untersuchungen, die er mit eeinem Adjunkten Guillaume in dieser Richtung angestellt hat und die zu durohaus günstigen Resultaten führten. Infolgedessen wurde mit Hilfe der Stahlwerke von Commentry-Fourchambault und Decazeville ein Depot fertiger Mefsdrähte aus „Invar" im internationalen Bureau erriohtet, die genau untersucht und verglichen sind, so dafs allen Anforderungen direkt entsprochen werden kann. Solohe hahen sioh bereits immer zahlreioher eingestellt, für Frankreich selbst wie für dss Ausland, darunter auch für das preufsische geodätisohe Institut auf dem Telegraphenberge hei Potsdam, welches zugleich Zentralbureau der internationalen Erdmessung ist. In der Kapkolonie wurde vor kurzem eine Basismessung mit Invar-Mefsdrähten mit gutem Erfolge auegeführt, und auch die beiden interessanten Gradmessungs-Expeditionen der Neuzeit, die echwedisoh-russische, die in Spitzhergen mifst, und die französische, welche in Peru die nahezu vor zwei Jahrhunderten dort ausgeführte Gradmeesung mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit wiederholt, sind aufser mit Basismefsapparaten erster Ordnung nach dem früheren Systeme auch mit Mefsdrähten aus „Invar" ausgerüstet. Unzweifelhaft werden sich die letzteren infolge ihrer leichten Handhabung und Transportfähigkeit hei geringen Kosten und verhältnismäfsig hoher Leistungsfähigkeit hald ein weiteres Anwendungsgebiet erobern und zur immer gröfeeren Einheitlichkeit der Längenmafse und Längenmessungen nicht unwesentlich heitragen.





Der Ackerboden und seine Geschichte.

Von A. P. Netschajew.
Aus dem Russischen übersetzt von S. Tschulok-Zürich.

Der Boden ist der Träger der Fruchtbarkeit eines Landes, die Gewähr seines Wohlstandes. Kein Wunder, dafs er seit alters her die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich lenkte und den Gegenstand sorgfältigen Studiums bildete. Nichtsdestoweniger trug noch vor kaum dreifsig Jahren die Bodenkunde einen rein praktischen Charakter und war als spezielles Wissensgebiet nur für Landwirte von Interesse. In letzter Zeit hat sich aber die Sachlage verändert. Man hat begonnen, den Boden, als eine der verbreitetsten geologischen Bildungen, von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu erforschen. Die moderne Wissenschaft berücksichtigt nicht nur diejenigen von seinen Eigenschaften, welche für das Pflanzenwachstum in Betracht kommen, sondern sucht auch die Bedingungen seiner Entstehung klar zu stellen, sein Leben zu verfolgen und die Gesetze seiner Verbreitung festzustellen. Von diesem Standpunkt aus erscheint der Boden allen anderen Naturkörpern ebenbürtig, die an der Zusammensetzung der Erdrinde und an der Bildung der Erdoberfläche teilnehmen. Die Bodenkunde ist nicht mehr eine ausschliefslich angewandte Disziplin, sondern sie tritt in innige Verbindung zu der Geologie, Petrographie und Mineralogie. Dank den Arbeiten vieler Spezialforscher hat die junge Wissenschaft riesige Fortschritte gemacht und konnte bald ihren Horizont erweitern. Erst vor wenigen Jahren wurde definitiv festgestellt, dafs die Verbreitung der Bodenarten auf der Erdoberfläche keine zufällige ist. Die wichtigsten Bodentypen sind in regelmäfsigen Zonen oder Gürteln angeordnet, welche sich in der Richtung vom Äquator nach den Polen in gesetzmäfsiger Folge ablösen. Angesichts dieser aufserordentlich wichtigen Entdeckung gewannen die Bodentypen auch für den Geographen ein erhöhtes Interesse.

Die Bodenkunde als selbständige Wissenschaft hatte ihre Wiege in Rufsland, woselbst auch ihr Jugendalter verflossen ist. Die grund-

legende Untersuchung von Ruprecht über die Schwarzerde (1866) wurde zu ihrem Fundament, und der stattliche Bau der neuen Wissenschaft wurde von Professor W. W. Dokutschajew in Gemeinschaft mit seinen zahlreichen Schülern ausgeführt, unter denen dem unlängst verstorbenen Prof. N. M. Ssibirzew die definitive Formulierung des Gesetzes von der zonalen Verbreitung der Bodentypen zur besonderen Ehre gereicht. Erst in allerletzter Zeit begann sich die Bodenkunde auch in Amerika zu entwickeln, wo die neue Richtung in dem kalifornischen Professor Hilgard einen Vertreter fand.

Worin liegt die Ursache einer so verspäteten Entfaltung der Wissenschaft vom Boden? Warum blieb Westeuropa, welches sonst auf allen Gebieten des Wissens obenan steht, im Studium dieser oberflächlichsten, der Beobachtung leicht zugänglichen geologischen Bildung so sehr im Rückstand? Diese, auf den ersten Blick so auffallende Tatsache erklärt sich aufserordentlich einfach. In Westeuropa gibt es fast keine ursprünglichen, natürlichen Böden mehr. Sie sind alle durch die Hand des Menschen vollkommen verändert. Da gibt es keinen Flecken Land, welcher nicht aufgelockert, mit dem Muttergestein oder dem Untergrund vermischt, mit verschiedenem Material gedüngt wäre, — kurzum, die Böden von Westeuropa sind durch die Kultur verändert bis zum völligen Verlust ihres ursprünglichen Aussehens und ihrer natürlichen Eigenschaften. In Rufsland liegen noch Hunderte Millionen von Dessätinen[1]) jungfräulichen, vom Pflug unberührten Bodens. Überhaupt hatte sich bis jetzt der russische Land- und Ackerbau in einem weit geringeren Grade der klimatischen und der Bodenverhältnisse des Landes bemächtigt, als vielmehr sich selbst ihnen unterworfen. In Rufsland finden wir nur halbwilde Böden, in denen die von der Natur selbst verliehenen Eigenschaften gegenüber den von der Kultur hineingetragenen unbedingt vorherrschen. Auf diesen Böden wurde auch die neue Wissenschaft geboren, und die Früchte ihrer Forschung waren reich. Amerika mit seinem „Neuland“, mit seinen ausgedehnten, häufig noch jungfräulichen Ebenen, seinen Prärien, seinen Wäldern und Wüsten lieferte ein noch anschaulicheres und vollständigeres Material zum Verständnis und zum Studium der natürlichen Böden, und es sollten sich daher dem engen Kreis der russischen Bodenforscher bald die amerikanischen Gelehrten anschliefsen.

Der Mangel natürlicher Böden in Westeuropa war auch die Ursache davon, dafs sich dort nicht einmal ein richtiger Begriff des

[1]) 1 Dess. = 1,09 ha.

Bodene auszubilden vermochte. Einige Forscher verstanden unter dem Boden die oberflächlichsten Schichten der Erdkruste, andere — jene Erdschicht, in welcher sich die Pflanzenwurzeln ausbreiten; andere wieder identifizierten den Boden mit dem Horizont der Ackererde. Alle diese unklaren Definitionen entbehrten jeder festen wissenschaftlichen Grundlage und stützten sich auf rein zufällige Merkmale der in Westeuropa vorherrschenden künstlichen Böden. Erst Professor Dokutschajew war es vorbehalten, diesem Begriff eine ganz klare und vollkommen wissenschaftliche Definition zu geben. Nach ihm ist der Boden jene oberflächlichste Schicht der Erdrinde, welche durch die vereinigte Einwirkung von Klima, Atmosphäre, Wasser, Tier- und Pflanzenwelt verändert wurde. Es ist dies ein vollkommen selbständiger Naturkörper mit einem bestimmten Komplex von Eigenschaften, die ihm zukommen. Er entsteht infolge von mannigfaltigen, zuweilen sehr komplizierten Prozessen und unterliegt, wie jedes geologische Gebilde, stetigen Veränderungen. Kurz, der Boden hat, wie alles auf der Erde, sein eigenes Leben, über dessen Gesetze die Wissenschaft uns aufzuklären hat.

Wie bildet sich nun der Boden? Welche Faktoren erzeugen diese oberflächlichste Schicht der Erde und häufen sie an? Eine klare Antwort auf diese Fragen liefert uns jenes grofsartige Experiment, welches die Natur selbst an den im Jahre 1116 von den Nowgorodern erbauten Festungsmauern von Staraja Ladoga am Wolchowflufs angestellt hat. Die Mauern dieses Baues legten vor dem Akademiker Ruprecht und dem Professor Dokutschajew ein beredtes Zeugnis davon ab, wie sich der Boden überhaupt bildet. Bei diesen grofsartigen Ruinen wurde der feste Grund zur russischen Bodenkunde gelegt.

Die Mauer war oben von einer mehrere Zoll dicken, erdigen Schicht bedeckt, und das fesselte die Aufmerksamkeit der Gelehrten. Schon auf den ersten Blick war es klar, dafs diese dunkle Decke mit dem sie unterlagernden Material nichts gemeinsam hatte. Die Festung war aus massigen Kalksteinplatten und aus Kieselsteinen zusammengelegt worden. Das Gestein ist hart und gibt unter dem Hammerschlag Funken; seine Farbe ist hellgrau, stellenweise grünlich. Demgegenüber ist die die Mauer überziehende erdige Decke locker und läfst sich unter den Fingern zerreiben; sie ist in ihrer ganzen Masse homogen und hat eine kaffeegraue Farbe. In der Zusammensetzung herrschen sandige und tonige Partikelchen vor, während Kalk fast gar nicht vertreten ist; der Humus spielt eine ansehn-

liche Rolle. Kurz, auf den Mauern von Staraja Ladoga fand sich eine echte Bodenschicht vor. Ihre auffallende Eigentümlichkeit besteht darin, dafs sie unter den Augen der Menschen in verhältnismäfsig kurzer, historisch nachweisbarer Zeitspanne entstanden ist.

Das Auftreten des Bodens auf den Festungsmauern von Staraja Ladoga war die Folge ihrer lange andauernden Verwitterung. Die Schwankungen der Temperatur, Hitze und Frost, Wasser und Kohlensäure arbeiteten während $7^1/_2$ Jahrhunderten an der Zerkleinerung und Umänderung des Materials, aus welchem die Mauern aufgebaut worden waren.

Alle löslichen Teile, vor allem der Kalk, wurden durch das Wasser weggeführt. In der aufgelockerten Schicht siedelte sich die Vegetation an. Von Jahr zu Jahr wurde sie mannigfaltiger und üppiger. Die abgestorbenen Pflanzenteile blieben an Ort und Stelle und verwandelten sich bei ihrer Verwesung in Humus, welcher, sich immer mehr anhäufend, der erdigen Schicht ihre eigenartige Farbe verlieh. So bildete sich der Boden auf dieser Festungsmauer, so bildet sich der Boden überhaupt. Seine mineralischen Elemente stellen den veränderten, verwitterten Rückstand des Muttergesteins dar; die organischen Bestandteile verdankt er der vereinten Arbeit der Pflanzen und Tiere. Somit lassen sich die Vorgänge der Bodenbildung auf die Verwitterung der Gesteinsarten unter wechselnder Ein- und Mitwirkung tierischer und pflanzlicher Organismen zurückführen.

Bekanntlich sind Wasser und Kohlensäure die Hauptfaktoren der Verwitterung. Eine ungeheure Bedeutung haben auch die Temperaturschwankungen. In der Sahara, wie überhaupt in den Wüsten, erfolgt die Zerstörung der Gesteine infolge des einfachen Wechsels von Hitze und Kälte, von Erwärmung und Abkühlung. In kalten Klimaten spielt der Frost eine wichtige Rolle. Das Wasser dringt in die Felsspalten ein, gefriert hier und entwickelt infolge der Ausdehnung eine grofse Kraft. Wird eine gufseiserne Hohlkugel mit Wasser gefüllt und mit abgeschlossener Öffnung dem Frost ausgesetzt, so wird sie durch das gefrierende Wasser auseinandergetrieben. So werden auch ganze Felsen gesprengt und zerstört. Die anhaltende Wirkung der Temperaturschwankungen und des gefrierenden Wassers zerbröckelt sie immer mehr und läfst sie zu Kies und Sand zerfallen. Aufser diesen rein mechanischen Veränderungen erfolgt aber auch eine chemische Veränderung der Gesteinsarten. Das Wasser laugt mit Leichtigkeit alle löslichen Bestandteile aus. Diese Wirksamkeit wird durch die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure gesteigert. Selbst die trägsten Mineralien, wie

es z. B. die Silikate in ihrer Mehrzahl sind, werden vom Waseer nach und nach zersetzt. Die Natur der Silikate bleibt freilich bie jetzt in manchen Beziehungen noch unaufgeklärt, weil sie den in unseren Laboratorien zur Anwendung gelangenden Reagentien gegenüber aufserordentlich widerstandefähig eind. Doch haben Prof. J. Lemberg und eein Schüler Dr. Tugut durch ihre intereesanten Experimente dargetan, dafe die Silikate unter hohem Druck, hoher Temperatur und lange andauernder Einwirkung selbet von aufeerordentlich verdünnten Löeungen kohlensaurer Salze eowie von destilliertem Waseer leicht angegriffen werden; eie gehen dann ebeneo leicht wie andere Verbindungen die mannigfaltigsten Reaktionen ein. Nach Prof. Lemberg vermag dae Wasser unbedingt allee, selbst Gold und Silber, aufzulöeen, nur eind dazu eine bedeutende Zeit und ungeheure Mengen des Lösungsmittele erforderlich. Da wir aber nicht im etande eind, mit deneelben grofsen Mengen zu arbeiten, wie sie in der freien Natur zur Anwendung kommen, so ersetzen wir eie bei uneeren Laboratoriumeversuchen durch geeteigerten Druck und hohe Temperatur. Ee iet aber eehr wahrscheinlich, dafe viele von den Veränderungen, die wir unter so exklueiven Bedingungen bewirken, in der freien Natur auf Schritt und Tritt von eelbet etattfinden. Die Chemie der Silikate steokt noch in den Kinderechuhen; der aufkeimende Wieeenezweig wird früher oder epäter eine grofee praktische Bedeutung erlangen und möglicherweiee auf dem Gebiete der Landwirtschaft dae leieten, was die organische Chemie auf demjenigen der Induetrie leietet. Die Zueammensetzung dee Bodene wird eich dereinet durch genaue Formeln auedrücken, die in ihm erfolgenden Veränderungen in chemische Gleichungen faseen laseen. Schon heute führten die Versuche von Prof. Lemberg zu einem höchst wichtigen Ergebnie; eie klärten une über die Herkunft und die Natur jener Verbindungen auf, durch welche das Abeorptionsvermögen der Böden bedingt wird.

Im Grunde genommen lassen eich eämtliche Veränderungen der kieselerdehaltigen Verbindungen, die an der Zusammensetzung der Geeteinearten hervorragenden Anteil nehmen, auf eine Hydration, d. h. auf eine Verbindung mit Waseer zurückführen. In der Reihe dieeer hydratieierten Zereetzungsprodukte eind zweifelloe diejenigen Silikate am merkwürdigeten, welche in jedem Boden anweeend eind und sich unter der Einwirkung schwacher Salzlöeungen leicht verändern. Sie absorbieren die zum Pflanzenleben unentbehrlichen Baeen und gehen eie dann nach und nach an das kohleneäurehaltige Wasser ab. Infolgedeeeen werden z. B. die durch den Boden paseierenden

Kaliealzlösungen eofort verändert: das Kalium wird vom Boden festgehalten, anstatt desselben finden wir Natrium.

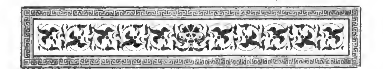
Durch diese komplizierten Vorgänge der chemischen Verwitterung erhält das zerbröckelte Gsstein neue, die Entwickelung der Vegetation begünstigende Eigenschaften, indem es die für das Leben der Pflanze unentbehrlichen Stoffe festhält, fixiert. Es ist begreiflich, dafs der verwitterte, mineralische Bestandteil dee Bodene in seiner Zusammensetzung und in seinen Eigenschaften von dem darunterliegenden Muttergeetein abweicht: gewisse Beetandteile dee letztsren sind durch das Wasser entführt worden, andere eind bis zum völligen Verluet ihrer ursprünglichen Eigenechaften verändert. Zahlreiche Beobachtungen haben gezeigt, dafs unter ähnlichen klimatischen und hydrologischen Bedingungen die Verwitterungsprodukte der verschiedeneten Gesteinsarten einander sehr nahe kommen, mit anderen Worten: innerhalb der Grenzen eines gegebenen physikaliech-geographischen Gebietes ist die mineralieche Zusammensetzung dee Bodens eine mehr oder weniger gleichartige.

Nshen den eigentlichen hydrochemischen Prozeesen erscheinen die Pflanzen als die wichtigsten Bodenbildner. Sslbet die nackten Felsen können nicht für unbewohnbar gelten: bei völligem Mangel einer Bodenschicht erscheinen hisr Flechten — die Pioniere der Vegetation. Indem sie in ihren Körpereäften bedeutende Mengen von Oxalsäure (bis zu 5 %) enthalten, vermögen sie dadurch die Gsetsine zu zersetzen und ihnen gewisse Mineralstoffe zu entziehen. Bei ihrer Verwesung liefern sie aber einer geringen Bodenschicht den Ursprung, auf welcher sich dann schon etwas gröfsere, wenn auch immer noch anspruchsloee Pflanzenarten zu befestigen vermögen, so z. B. das Heidekraut. Die Wurzeln solcher Pflanzen wirken nicht nur chemisch, sondern auch mechanisch, indsm eis in die feinsten Spalten eindringen und dieselben bei ihrem Wachetum erweitern. Die Wurzeln gröfeerer Bäume sprengen auf dieee Weiss ganze Felsblöcke ab, wofür man in waldigen Schluchten zahlreiche Beiepiele findet. Von den eenkrechten Felsen trennen sich keilförmige Blöcke ab und stürzen dann hinunter. So arbeiten die Baumwurzeln unausgesetzt an der Vorbereitung der Feleetürze. Kleinere Pflanzen, wie Heidekraut, Flechten, Moose, erzielen geringere Wirkungen, sie wirken aber durch ihre Masee und lockern nach und nach die Gesteinsoberfläche so weit auf, dafs man von einer Bodenschicht eprechen kann, auf welcher sich dann andere, weit mannigfaltigere und anepruchevollere

Pflanzen ansiedeln. Hat aber die Vegetation den Felsen mit einer zusammenhängenden Decke überkleidet, dann wird ihre chemische Einwirkung eine gewaltige. Die abgestorbenen Pflanzenteile bilden bei ihrer Verwesung unter freiem Luftzutritt Kohlensäure und Wasser, deren Rolle bei der Verwitterung der Felsarten wir bereits kennen. Häufen sich aber die Pflanzenreste in grofsen Mengen an, so wird ihre rasche Zerstörung unmöglich. Es erfolgt dann eine langsame Zersetzung, bei welcher nicht nur Kohlensäure und Wasser, sondern auch eine Reihe von organischen Verbindungen, darunter verschiedene Säuren entstehen, die als starke Lösungsmittel wirken und die weitere Veränderung der mineralischen Bodenbestandteile fördern. Indem sie sich von Jahr zu Jahr anhäufen, bilden diese verwesenden Pflanzenreste jenen Komplex von organischen Verbindungen, welcher den Namen „Humus“ trägt. Der Humus verleiht dem Boden auch seine mehr oder minder dunkle Farbe.

(Fortsetzung folgt.)





Im Reiche des Äolus.

Von Dr. **Alexander Rumpelt**-Taormina.

(Fortsetzung.)

Noch ein anderer Gott hat auf den Liparischen Inseln eine Enklave oder besser ein Absteigequartier, der sonst in der Tiefe des Ätna mit seinen schwarzen Gesellen am Feuer steht und hämmert: Hephäst oder Vulkanus. Die Insel Volcano trägt heute noch seinen Namen, wie sie zur Zeit der Griechen Hiera Hephaistu, die dem Hephäst heilige hiefs.

„Die Liparäer bilden sich ein, Hephästos habe in Hiera seine Schmiede, weil man bei Nachtzeit ein starkes Feuer und den Tag über Rauch von der Insel aufsteigen sieht.“ So Thucydides (III. Buch, 88. Kap.), der, angekränkelt von der Zweifelsucht des hochkultivierten Athen jener Tage, schon nicht mehr so recht an die alten frommen Märchen glaubt.

Die Liparäer aber glaubten ganz ernstlich an ihren rauhen Feuergott, der auf allen ihren Münzen wiederkehrt, entweder als Büste mit einer runden Kappe über den Ohren oder in ganzer Figur, nackt sitzend, den Hammer in der Hand. Die Rückseite der meist seltenen und schönen Münzen weist hingegen auf die Bedeutung, die das Meer für die Bewohner hatte, durch Darstellung eines Nachens, eines Schiffsvorderteils oder eines springenden Delfins hin. Eine Menge alter Schriftsteller[1]) erwähnen Volcano, ein Beweis dafür, welchen Eindruck der feuerspeiende Berg mitten im Meere auf die abergläubische Phantasie der Menschen von jeher ausgeübt hat. Noch im frühesten Mittelalter, wo man Volcano für die Hölle des Theodorich hielt, war Vulcania, wie es damals hiefs, ein Deportationsort für schwere Verbrecher. Das geht aus Cassiodor hervor, der in einem Reskript (Variae III. 47) einen Edelmann, der einen anderen im Streit erschlagen hat, zur lebenslänglichen Verbannung ebendahin verurteilt. Die Stelle ist für die da-

[1]) Die Literatur hat Prof. Bergeat a. a. O. S. 200 ff. zusammengetragen.

malige Auffassung vulkanischer Erscheinungen charakteristisch, und da sie auch Bergeat nur kurz berührt, obschon sie geeignet ist, die Frage nach der Entstehung von Vulcanello ihrer Lösung näher zu bringen, so kann ich es mir nicht versagen, sie hier mitzuteilen und zwar getreu dem Original mit seinem weitschweifigen, blumenreichen Stil, womit der höchste richterliche Beamte des Ostgotenreiches das Urteil ausschmückt. „Da (auf Vulcania) soll der Mörder mit dem mörderischen Feuer zusammen hausen, das dort seit Jahrhunderten die Eingeweide der Erde verzehrt. Und doch bleibt trotz des andauernden Brandes die Masse der Insel unversehrt, weil nämlich die unverwüstliche Schöpferkraft der Natur das Gestein immer wieder ersetzt (!), welches das gefräfsige Feuer vertilgt hat. An diesem Ort soll er fern der Welt, aus der er einen andern grausam entfernt hat, als Einsiedler leben wie der Salamander, der sein Dasein im Feuer zubringt!" Dann schliefst der merkwürdige Richterspruch mit einer nochmaligen Abschweifung auf naturwissenschaftliches Gebiet: „Es melden aber die alten Geschichtsschreiber, dafs diese Insel aus den Meereswellen feurig glühend hervorgebrochen sei in demselben Jahre, da Hannibal am Hofe des Königs Prusias Gift nahm. Es ist doch höchst wunderbar, dafs ein von solchem Feuer erglühender Berg von den Meeresfluten verborgen gehalten wurde und die Flamme, die soviel Wasser bedeckte, dort beständig lebendig bleiben konnte."

Es ist klar, dafs die letzten Worte sich nicht auf die Insel Volcano selbst beziehen, deren Vorhandensein viel früher bezeugt ist, sondern jedenfalls auf die kleine Kratergruppe des Volcanello, die nördlich von dem Hauptstock der Insel gelegen ist. Erst der grofse Ausbruch von 1550 füllte (nach Fazellus) die bis dahin freie Durchfahrt mit vulkanischen Auswürfen zu, so dafs Volcanello jetzt die nördliche Spitze der Insel Volcano bildet.

Nun fällt Hannibals Selbstmord in das Jahr 183 v. Chr., und Cassiodors Gewährsmänner waren Orosius und Livius, der im 39. Buch, Kap. 56 das Entstehen einer Insel unweit Siziliens in Hannibals Todesjahr erwähnt. Damit wäre die Frage entschieden, wenn dem nicht eine Stelle bei Aristoteles entgegenstände, der eine ganz ähnliche Naturerscheinung berichtet, die sich im vierten Jahrhundert in der Nähe von Lipara zutrug.[2]) — Diese seit alters her berühmte und merkwürdige Insel beschlofs ich noch am Nachmittag meiner Ankunft zu besuchen, da der anhaltende Westwind schwere See zu bringen drohte und mir die Überfahrt später vielleicht unmöglich machen würde.

[2]) Genaueres hierüber siehe bei Prof. Bergeat a. a. O. S. 199 ff.

So stieg ich mit meinem Mentor in eine Segelbarke und liefs mich zunächst von zwei Fischern an der Ostküste hinrudern, bis wir in der Nähe der Meerenge (Bocche di Volcano) einen vorzüglichen Wind bekamen, so dafs das grofse Dreiecksegel aufgezogen werden konnte. Prächtig schofs das Boot dahin, mit der Backbordseite sich tief, fast bis zur Höhe der aufzischenden Wellen überneigend. Don Giovanni, ein Freund des Schwefelbergwerksdirektors auf Volcano, hatte Briefe an diesen zu überbringen. Denn Briefträger gibt es auf Volcano ebensowenig wie eine regelrechte Post. Nur einmal in der Woche legt die „Corsica“ daselbst an, aber nicht am nördlichen, sondern am südlichen Ende der Insel. Zugleich wollte mein Begleiter, der glückliche Besitzer von vier Kaps auf Volcano war, seinen Weinbauer besuchen, den er da auf dem Westabhang des Monte Lentia sitzen hatte.

Bald nach der Ausfahrt hatten wir ein kleines, anregendes Intermezzo. Eine Fischerbarke kam uns entgegen, und ihre Insassen verständigten unsere Fischer schon von weitem, sie hätten einen tamburo, eine Trommel gefangen. Ich liefs, als sich die Boote begegneten, halten und gewahrte auf dem Steuersitz einen sonderbaren Fisch, weifsglänzend, etwa dreiviertel Meter lang und ebenso hoch, aber ziemlich schmal. Er gehörte offenbar zur Klasse der Cipuddi (Zwiebelfische). Sein auffallend geringer Umfang rührte daher, dafs man, wie ich erfuhr, seine „Henkersmahlzeit“, eine Unzahl kleiner Fische, bereits aus dem Magen entfernt hatte. Trotzdem und obschon ihm noch dazu sämtliche Flossen abgeschnitten waren, damit er sich hübsch ruhig verhalte, lebte er noch, was durch ein starkes Keuchen und die Bewegung der Augen kenntlich wurde. Bald zog er das Auge ganz nach innen, so dafs es völlig hinter einer dicken, weifsen Haut verschwand, bald drehte er es wieder heraus.

„Und wie habt ihr ihn gefangen?“ „Der Kerl war betrunken.“ „Was, betrunken?“ „Ja, wir sahen ihn treiben, fuhren hin, und da liefs er sich ohne weiteres packen. An den Augenhöhlen hoben wir ihn heraus und hinein in den Kahn.“ „Wie viel wiegt er wohl?“ „Sechzig Kilo wird er haben.“ „Und ist das Fleisch efsbar?“ „Ausgezeichnet, da schlagen wir unsere dreifsig, vierzig Lire heraus.“

Froh des unverhofften Fanges ruderten die beiden ihre japsende, augenverdrehende Beute nach dem Hafen. Don Giovanni erklärte den seltsamen Fall damit, dafs der Trommelfisch nach der reichlichen Mahlzeit jedenfalls an die Oberfläche des Meeres gekommen sei, um sich zu sonnen und ungestört seinen Frafs zu verdauen. Da habe ihn der Schlaf überkommen, so dafs er von dem Nahen der

Barke nichts gemerkt habe. „Womit hätte er sich betrinken sollen? Mit Seewasser? Nein, er war das Opfer eines unbedachten Nachmittagsschläfchens geworden."

„Es gibt wohl viele merkwürdige Fische hier?" „Ja, z. B. wurde im vorigen Jahr ein Capidoglio gefangen."

Die Augen der beiden Fischer blitzten, und oft unterbrachen sie Don Giovanni mit Erläuterungen und Berichtigungen, als er mir folgendes erzählte:

„Im August 1902 bemerkten die Wachen der Palamitara unter dem Kap des Monte Rosa eine ungewöhnliche Bewegung der Netze. Im Sommer kommen dort nämlich die Palámiti (ein mittelgrofser, sehr wohlschmeckender Fisch) zu Millionen vorbei, um zu laichen. Und ähnlich wie man am Festland und auf Sizilien die Tonnaren auslegt für die Thunfische, so ist die Palamitara ein ganzes System von Tauen und Netzen, um die Palámiti abzufangen. Die Wachen benachrichtigten durch Zeichen die Kameraden am Ufer; sechs Boote zu je vier Rudern stiefsen ab. Bald sah man, was geschehen: eine Flosse tauchte heraus von der Gröfse einer Ozeandampferschraube, dann ein Kopf wie ein kleines Gebirge. Hoch schlug das Wasser ringsum auf. Ein ungeheurer Wal hatte sich in dem Netzwerk verstrickt und suchte vergeblich, sich zu befreien. Man liefs ihn eine Zeitlang toben, bis er, völlig von den starken Pfriemgrasnetzen umschnürt, allmählich matter um sich schlug. Da nahten sich ihm die Kühnsten, warfen ein starkes Tau hinter der Schwanzflosse um den Leib des Tieres herum, knüpften die Schlinge, und nun zogen die sechs Boote, im ganzen vierundzwanzig Ruder, das Ungetüm in die Nähe des Ufers. Den Riesen ans Land zu bringen, war unmöglich. Um ihn zu töten, stach man mit Messern, man hieb mit Beilen auf ihn ein, man beschofs ihn aus Revolvern und Pistolen. Alles umsonst! Endlich gelang es, mit einem der gröfsten Fleischermesser seine Weichen zu öffnen. Eine ganze Barkenlast blutiger Eingeweide quoll heraus, und im Nu hatte sich auch schon ein Hai eingestellt, der sich das köstliche Futter wohl schmecken liefs. Der Hai wurde ebenso erlegt wie auch noch ein kleinerer Wal, der alsbald herzugeschwommen kam, jedenfalls das Kind des grofsen Capidoglio. Als es mit ihm zu Ende war, zog man ihn an den Strand. Er mafs 33 m in der Länge. Mehrere Hektoliter Öl wurden ihm abgezapft — schlechtes Öl, nur für die Maschinen. Aber da der Kadaver — Sie können es sich denken, anfangs August — bald in Verwesung überging und den Gestank kein Mensch

ertragen konnte, wurde er zerstückelt und auf den Monte Rosa an eine öde Stelle gebracht.“

„Und da liegt er noch heute?“

„Nein, einige Monate später kam ein englischer Professor. Der hat das Skelett für das Museum in London mit sich genommen. Tausend Lire hat er bezahlt, und das war nicht zu viel; denn das Ungeheuer hatte den Fischern ihre grofse schöne Palamitara vollständig zerstört.“ —

Durch die Bocche di Volcano tauchten alsbald die schon vom Dampfer flüchtig beobachteten Klippen wieder auf, die Petra lunga mit ihrer Durchfahrt, die hier sichtbar wurde, und der scoglio Minarda, weit draufsen, beständig von den Wogen umrauscht, nur von Möwen bewohnt. Im Hintergrund kamen die beiden blauen Kegel von Filicudi und Alicudi zum Vorschein. Dieses prächtige Seestück rahmten rechts die freundlich grünen Abhänge des Monte Guardia, links, voll starrer Öde, die niedrige Lavaterrasse des Volcanello ein.

Und jetzt nähern wir uns diesem „zierlichsten Vulkangebilde der liparischen Inselwelt“ (Bergeat), d. h. dem östlichsten der kleinen Drillingskrater, dessen eine Hälfte ins Meer gesunken ist, und dem wir im Vorübergleiten sozusagen ins Herz sehen.

Wild durcheinander geworfenes, brüchiges Gestein, rotleuchtend. Eine kräftige, schwarze Rippe durchzieht es von unten nach oben. Den Bruch bedecken zu beiden Seiten sich hinaufschiebende Lavaschichten; das war mein Eindruck. Damit der Leser ein noch klareres Bild gewinne, füge ich die Beschreibung dieses wichtigen geologischen Punktes durch Bergeat (S. 196) an: „Wie wenn man eine Zwiebel entblättert, so dafs unter jedem äufseren Blatt noch ein Stück von der Fläche des nächstfolgenden inneren zutage liegt, so ist jener kleine Kegel nicht einfach angeschnitten, sondern die einzelnen ineinander geschachtelten Schalen von Tuff und Schlacken sind teilweise in ihrer vollen Fläche freigelegt, und im Innern sieht man die grobschlackige, von einem Lavagang durchsetzte Kernmasse.“

Bald darauf landeten wir in einer kleinen Bucht und klommen zwischen Ginsterbüschen empor. Zwei Arten unterschied ich, den Besenginster (ginestra etnensis) und weiter oben einen in Büscheln prächtig goldgelb blühenden. Das frische Grün und Gelb des Pflanzenwuchses vermehrte noch die Buntscheckigkeit der Forgia vecchina („alte Schmiede“), wie dieser muldenförmige Abhang heifst. Es hob sich belebend von der rostbraunen Lava und der tiefschwarzen

Asche weiter oben ab, wo dann noch ein anderes Gelb zwischen weifsen Dampfwolken aufleuchtete: die Schwefelstufen der Fumarolen.

Bald von aller Vegetation verlassen, ging es steil den Zickzackweg zum Krater hinauf. Vergebens hatte ich in der Nähe der Pietre Cotte („gebratene Steine“), eines kleinen Obsidianstromes, nach den berühmten Bomben gesucht, die der Krater beim Ausbruch 1888—90 hierher, etwa zwei Kilometer durch die Luft, herausgeschleudert hatte. Auch diese Bomben[3]), im Volumen von etwa zehn bis fünfzehn Kubikmetern, hatte ein Engländer für ein Museum erstanden und mitgenommen. Wie es möglich war, solche Kolosse fortzubewegen und in die Barke zu bringen, ist mir ebenso rätselhaft geblieben wie der Umstand, dafs der Kran eines gewöhnlichen Dampfers eine so grofse Last heben konnte, ohne zu brechen.

„Hoffentlich haben die Engländer den Krater stehen lassen, sonst bleiben wir lieber gleich unten.“ Don Giovanni versicherte mir, dafs sie den noch nicht mitgenommen hätten.

Auf halber Höhe der Forgia vecchina kamen wir an einem Schwefelofen vorbei. Er besteht aus einer Ringmauer mit einer kleinen Öffnung, nur wenig über der Erde. Die Ringmauer wird mit dem schwefelhaltigen Gestein, das bereits in der Nähe lagerte, angefüllt, letzteres angezündet, und das „Öl“, wie man hier den verflüssigten Schwefel nennt, fliefst durch ein Bleirohr, das man in die Öffnung steckt, in die darunter aufgestellte Holzform. Also dasselbe primitive System wie in den kleineren Schwefelgruben im Innern Siziliens. Von hier an begleitete uns der Capo, der Aufseher der acht in der Forgia arbeitenden „coatti“. Er ist gleichfalls ein ehemaliger Sträfling, der wie so mancher andere auf den Inseln geblieben war, sich verheiratet hatte und nun in ehrlicher Arbeit sein früheres Sündenleben sühnte. Niemand fragte danach, was er verbrochen hatte. Ja, er bekleidete sogar eine Art Ehrenamt, indem er die Aufsicht über die Sträflinge erhalten und damit die Verantwortung übernommen hatte. dafs diese nicht heimlich entflohen. Jeden Abend schlofs er die acht Mann in eine Baracke am Strand ein, und am Morgen liefs er sie wieder heraus.

Schwer keuchend auf dem steilen, schlüpfrigen Pfad kamen uns jetzt vier der Sträflinge entgegen, jeder einen Sack Gestein im Gewicht von sechzig bis siebzig Kilo auf dem Rücken. Wir traten beiseite. „Warum sind es so wenige?“ fragte ich den Capo. „Die Ausbeute ist viel geringer als früher, wo drei, ja vierhundert Leute hier

[3]) von Bergeat auf Tafel XXI abgebildet.

gearbeitet haben sollen. Aber wir sind jetzt auf neue reichhaltige Lager gestoſsen, und das Gesuch ist schon eingereicht, daſs wir weitere vierzehn coatti bekommen."

Es ist nämlich eine besondere Vergünstigung, die nur bei guter Führung erteilt wird, auſserhalb des Kastells auf der Nachbarinsel zu hausen und zu arbeiten! Der Tageslohn beträgt 1 Lira 50 Cts. (1,20 M.), nicht viel im Hinblick auf die schwere Mühe, aber doch auch nicht weniger als ein Landarbeiter in Sizilien für zwölfstündiges Erdhacken bekommt.

Nach etwa einer halben Stunde Steigens wehte uns ein heiſser, höchst übelriechender Qualm entgegen, echter Schwefelwasserstoff. Wir kamen zu den Fumarolen. Aus breiten, überall mit Schwefel beschlagenen Spalten quoll der atembenehmende Dampf. Mitten in dem Qualm stand ein Häuer, der das gelöste Gestein den vier anderen Trägern in ihre Säcke füllte. Es wird nur Tagbau getrieben, die heiſsen Schwefelstücke kühlen schnell ab.

Der Capo hielt uns wie ein gewiegter schweizer Bergführer sicher an der Hand, als es galt, über einige abschüssige Platten zu balanzieren. Dann, als wir auf den Piano delle Fumarole kamen, wurde der Weg, den sich jeder selbst in der Asche zwischen den zahlreichen Bomben suchte, besser. Nicht lange, so standen wir am Rande der „fossa di Vulcano" und sahen in den Krater hinein.

Er bildet eigentlich nur noch eine historisch-geologische Merkwürdigkeit. Sein Durchmesser hat sich nach Bergeat (S. 181) von 500 Metern auf 200 Meter in der Richtung N.N.W.—S.S.O und auf 140 Meter in der Achse W.S.W.—O.S.O. verringert, sein Boden infolge der Aufschüttung durch die Eruption von 1888—1890 um etwa fünfzig Meter erhöht. Man schätzt die in den Krater damals zurückgefallenen Auswurfsmassen auf 75,000 Kubikmeter. So bietet der Anblick der fossa, den frühere Beschreiber nicht genug rühmen konnten, jetzt nichts Groſsartiges mehr. Bergeat fand den Krater 1894 schon im Solfatarenzustand, aber dieser ausgezeichnete Beobachter erweckt durch Wort und Bild doch die Vorstellung einer noch ziemlich lebhaften Tätigkeit. Ich sah nur an zwei Stellen ganz kleine Dampfwölkchen aufsteigen, im übrigen war alles graue, totenstille Einförmigkeit. So scheint es, daſs nach jenem gewaltigen letzten Paroxismus die fossa di Vulcano sich dem Zustand völliger Ruhe immer mehr nähert.

Ein wenig enttäuscht wandte ich mich von diesem Bilde starrer Öde nach Norden und genoſs zum ersten Male den köstlichen Blick auf sämtliche sieben Inseln des Archipels. Im Vorblick über dem

Vulcanello ruht Lipari breit, behaglich in den Wellen, überragt von den beiden Gipfeln des benachbarten Salina. Zur linken erheben sich die beiden Kegel: Filicudi und Alicudi, zur rechten das steilabfallende Panaria, daneben die kleine Insel Basiluzzo, ganz fern der Stromboli aus den strahlenden Fluten. Zu Füfsen aber glänzten von der Sandbank zwischen uns und dem Vulcanello im sanften Licht der Nachmittagssonne grüne Weingärten und eine grofse Feigenplantage herauf. Vor wenigen Jahren erst auf dem durch die Eruption völlig verwüsteten Grund angelegt, zeigen sie, wie schnell in diesem gesegneten Klima die Natur imstande ist, die von ihr geschlagenen Wunden wieder zu heilen.

Für den Besuch beim Weinbauer war es leider zu spät geworden. Dafür folgten wir der Einladung des Direktors, und nachdem ich seine reiche Sammlung vulkanischer Mineralien, darunter besonders herrliche Schwefelkristalle besichtigt hatte, verbrachte ich auf der Terrasse seines Landhauses, umduftet von Reseda und Glycinien, ein gemütliches Teestündchen. Ich erfuhr, dafs der ganze nördliche Teil der Insel nebst dem Abbaurecht bereits seit 1870 einem Engländer Stefenson aus Glasgow gehöre, der aber noch nie dieses sein Besitztum betreten habe. Die Ausbeute an Salmiak, Borsäure und Schwefel war vor dem Ausbruch ziemlich reich gewesen, von 1873—76 jährlich im Durchschnitt 8 Tonnen Borsäure, 20 Tonnen Salmiak und 240 Tonnen Schwefel (die Tonne = 20 Zentner). Da hatte der Ausbruch in der Nacht vom 3. zum 4. August 1888 mit seinen glühenden Bomben die Borsäurefabrik in eine Ruine verwandelt, das Schwefellager ausgebrannt und auch das Wohnhaus arg beschädigt. Der damalige Direktor war nach den ersten Schüssen, die ein heftiges Erdbeben begleitete, mit seiner Frau aus dem Bett gesprungen und auf den Vulcanello geflohen, wo beide nur mit dem Nötigsten bekleidet, am nächsten Morgen gefunden wurden, halb tot vor Angst und Schrecken.

„Ich bewundere Sie, gnädige Frau“, sagte ich zu der Signora Toscano, die alsbald mit zwei reizenden kleinen Mädchen an der Hand erschien, „dafs Sie es hier zu Füfsen dieses schlafenden Ungeheuers aushalten können, in dieser Einsamkeit, von der übrigen Welt vollständig abgeschnitten“.

„Oh, ich habe es hier doch ganz gut. Sehen Sie da unseren schönen Gemüse-, Obst- und Blumengarten, dort den nahen Badestrand, wo wir uns im Sommer erfrischen, und da diese wundervolle Seelandschaft nach Salina und Alicudi hin. Mein Mann hat seine Geschäfte mit der Schwefelsiederei, dem Wiederaufbau der Fabrik, vor allem

mit der grofsen Weinpflanzung und der neuen Feigenplantage. Ich habe im Hause genug Arbeit. Wir haben lange Jahre in der grofsen Welt gelebt, in Messina, Petersburg, Odessa — ich bin eine Russin — und kennen sie zur Genüge. Da tut uns jetzt die Ruhe, der Friede hier unendlich wohl. Und wie gut bekommt den Kindern das gesunde Klima!" Sie zog das gröfsere Mädchen an sich, sagte ihm etwas ins Ohr, worauf die beiden Kinder verschwanden und alsbald mit einem schönen Straufs wiedererschienen, den sie mir zum Andenken überreichten. Denn schon drängten die Fischer zur Abfahrt, da sich im Westen ein böses, schwarzes Wetter aufbaute.

Ich nahm von diesen „einsamen Menschen" nicht ohne tiefen Anteil Abschied. Wir bestiegen unsere Barke und gingen mit einem steifen W.N.W. pfeilgeschwind durch die erregten Wogen zurück.





Die Pearsallsche Geld-Rohrpost.

Von **Leopold Katscher** in Budapest.

Der Telegraph und das Telephon arbeiten schnell, eignen sich aber nicht zur Beförderung greifbarer Dinge. Da tritt die pneumatische Röhre in ihre Rechte — teils als die bekannte Rohrpost der europäischen Millionenstädte, teils als das in den grofsen Handelsemporien der Vereinigten Staaten eingeführte Batchellersche System pneumatischer Post- und Paketröhren. Die pneumatische Röhre besitzt einen dem Telegraph und dem Telephon fehlenden Vorzug: sie ist ein Beförderungsmittel. Für kurze Strecken — also etwa innerhalb einer und derselben Stadt — ist ein gutes pneumatisches System sogar das denkbar rascheste und zuverlässigste Beförderungsmittel von Schriftstücken, Paketen und sogar Telegrammen. In London und New York, in Boston und Philadelphia verschickt das Hauptpostamt die Ortsdepeschen nicht per Draht, sondern per Rohr. Ein weiterer Vorteil des letzteren ist die grofse Einfachheit des Betriebs.

Bekanntlich wird die zur Anwendung gelangende Luft entweder im komprimierten Zustand hinter der Beförderungsbüchse her geschickt oder vor ihr angesogen, d. h. die Apparate werden entweder durch Druck oder durch Vakuum betrieben. In beiden Fällen kann es zweierlei Luftstromanwendungen geben: entweder eine unaufhörliche oder eine zeitweilige, auf die jeweilige Beförderungszeit beschränkte. Heute will ich die Leser mit einem zwar noch neuen, aber doch schon seit mehreren Jahren in der nordamerikanischen Union vorzüglich bewährten pneumatischen Vakuumsystem mit kontinuierlichem Luftstrom bekannt machen — dem „Pearsallschen.“ Der Erfinder, Albert W. Pearsall, ist seit Jahrzehnten als ein hervorragender Fachmann in pneumaticis anerkannt. Speziell im Gebiete der Luftröhren für geschäftliche Kassenzwecke hatte er bereits mehrere Erfindungen gemacht, die Anklang fanden, ehe er das in idealer Weise vervollkommnete System ausbildete, von dem ich sprechen will und von dessen

Einführung erstaunlicherweise in Europa noch ebensowenig zu sehen ist wie von der des umfangreichen Batchellerschen Systems*), obgleich beide Systeme in ihrer Anwendung auf Handel und Wandel glänzende Lichtseiten ohne jeden Nachteil aufweisen.

Pearsall (oder eigentlich die New Yorker „The Pearsall Pneumatic Tube and Power Company") stellt Röhren von vier verschiedenen Durchmessern her: $2^1/_4$ Zoll, 3, 4 und 5 Zoll. Am gebräuchlichsten ist das kleinste Modell, von dem es zwei Arten gibt: für Geld und für Briefe, Botschaften oder andere Papiere. Am üblichsten ist das Bargeldbeförderungsrohrsystem, wie es die grofsen Geschäftshäuser, die nur gegen bar verkaufen, jetzt anwenden, um die zahllosen Beträge, die täglich von den Kunden bezahlt werden, in ein Kassenzimmer zu schicken und das zum Herausgeben notwendige Kleingeld von dort zu erhalten. Das Dreizollrohr befördert zusammengefaltete Zeitungen, Gerichtsakten und andere Drucksachen oder Schriftstücke von angemessener Gröfse. Für die gröfseren Gegenstände sind die Vier- und Fünfzollröhren bestimmt. Auf Bestellung können auch 6—7zöllige Anlagen hergestellt werden; noch gröfsere (8—12 Zoll) gehören bereits dem Batchellerschen System an.

Alle Firmen, die die Pearsallsche Geldrohrpost — so kann man sie wohl am besten nennen — benutzen, vereinigen das ganze Kassenwesen in einem Saal und verbinden diesen mit mehreren Punkten des Warenhauses. Jeder von einem Kunden bezahlte Betrag wird, zusammen mit einem Verkaufszettel (Buchhaltungsbeleg), durch das dem betr. Verkäufer nächstliegende Rohr in den Kassensaal geschickt; sollte Kleingeld zum Herausgeben erforderlich sein, so ist es in wenigen Sekunden da. Soll die Zahlung für einen Einkauf erst bei Ablieferung des Pakets erfolgen, so wird die Rechnung ebenfalls in den Kassensaal befördert (und zwar in Büchsen, die sich von den gewöhnlichen unterscheiden), um von dort uneröffnet über eine kurze pneumatische Verbindungslinie zum „Ablieferungs-Kassenpult" zu gelangen.

Ein Kassenbeamter vermag, je nach der Lebhaftigkeit des jeweiligen Geschäftsganges, 5 bis 10 Linien zu bedienen. Deshalb sind die Linien im Kassenraum in Gruppen von 5 bis 10 Röhren geteilt. Die Zentralisierung aller Kassierer in einem Saal — die notwendige Folge der Anwendung Pearsallscher Anlagen — erhöht deren Arbeitsfähigkeit bedeutend. Auch sonst ist das neue System ein sehr

*) Vergl. den Aufsatz „Himmel und Erde", Jahrg. XIV, S. 81.

zeitsparendes. Da kein Verkäufer in einem Geschäft ohne pneumatische Geldpost, wenn nicht Irrtümer entstehen sollen, einen zweiten oder gar dritten Kunden bedienen kann, ehe der erste sein Kleingeld erhalten hat, geht viel Verkaufezeit verloren, was in einem vielbesuchten Laden — namentlich in den grofsartigen Kaufhäusern der Union, sowie denjenigen in Paris, London u. s. w. — die Anstellung einer gewissen Mehranzahl von Verkäufern nach sich zieht. Die Benutzung Pearsallscher Röhrenanlagen macht eine Anzahl Kommis überflüssig, abgesehen davon, dafs die Käufer nicht lange zu warten brauchen, bis sie an die Reihe kommen oder Kleingeld erhalten. Überdies werden die Boten erspart, die das Geld zum Schalter und das herausgegebene Kleingeld zurückbringen. Alles in allem ist die Regieverringerung bei der Anwendung Pearsallscher Röhren eine sehr erhebliche; ein hervorragendes New Yorker Warenhaus schätzt die mittelst ihrer sechzig pneumatischen Linien erzielte Regieersparnis auf volle 20 pCt.!

Der Bau der Anlagen ist ungemein einfach. Sie nehmen wenig Raum ein, können nicht leicht in Unordnung geraten, vertragen nach Belieben eine senk- oder eine wagrechte Lage, arbeiten infolge sinnreicher Vorrichtungen geräuschlos, lassen sich nach Bedarf im Souterrain oder in den oberen Stockwerken anbringen und haben ein elegantes Äufsere. Ein eigenartiger dicker Lacküberzug erhält die Röhren dauernd schön. Ein weiterer Vorzug ist, dafs die Beförderungsgeschwindigkeit durch Abänderungen des Vakuums geregelt werden kann. Die übliche beträgt ca. 6 m pro Sekunde, doch lassen sich auch 12 m und bei Röhren mit gröfserem Durchmesser noch mehr erzielen.

Was nun die technische Seite betrifft, so lehrt die Erfahrung, dafs Vakuumsysteme bei kurzen Entfernungen weniger Kraft erfordern und dafs der Dauerstrom überdies den Vorteil bietet, in einem gegebenen Zeitraum mehr Büchsen befördern zu können als der ununterbrochene Strom, bei welchem mit einer zweiten Büchse gewartet werden mufs, bis die erste ihren Bestimmungsort erreicht hat. Bei Dauerstrom können mehrere Büchsen gleichzeitig unterwegs sein. Auch vollzieht sich die Büchsenbeförderung beim Dauer-Vakuum-system in viel einfacherer Weise als bei den anderen Systemen — ein Punkt von entscheidender Wichtigkeit, wenn es sich um die Bedienung mehrerer Linien durch eine Person handelt, wie dies bei Pearsalls Geldrohrpost der Fall ist. Der Hauptsache nach besteht der Büchsenbeförderungsvorgang darin, dafs die Büchse durch eine Öffnung („inlet“) im Absende-Apparat („receiver“) in den Luftstrom

gelangt; dann schiefst sie von selber davon, bis sie den Bestimmungsort erreicht.

Gehen wir auf die technischen Einzelheiten über, soweit sie unsere Leser interessieren dürften. Der Mantel der Büchse ist von etwas kleinerem Durchmesser als die Röhre und ist an beiden Enden mit Filzpuffern von bester Qualität und grofser Dauerhaftigkeit versehen, die zur Schonung der Büchsen unterwegs dienen und gleichzeitig das Auffallen auf das Pult bei der Ankunft dämpfen. Die geraden wie die gebogenen Röhren bestehen aus Messing — entweder hartgelötetem oder nahtlos gezogenem; die Verbindungsstellen werden durch Bekleidung der aufeinander treffenden Rohrenden mit einer knapp passenden Muffe hergestellt. Es bleibt sich hinsichtlich des Betriebes gleich, ob die Büchsen hinauf oder hinunter befördert werden. Selbstverständlich unterscheiden sich die Betriebsstationen der Kassensäle wesentlich von denen der Verkaufsräume. Über den Mechanismus sei nachstehend nur das Notwendigste mitgeteilt.

Der Luftstrom geht in der einen Richtung durch das eine, in der anderen durch das andere Rohr, wobei zu beachten ist, dafs beim Vakuumsystem der Druck durchweg — ausgenommen am Beginn der Linie — schwächer ist als der der Atmosphäre. Da die Luft reichlich in die Absendeöffnung strömt, besteht die letztere lediglich aus einer glockenförmigen, die Einschaltung der Büchse erleichternden Mündung am offenen Ende (oder Anfang) des Rohrs. Im Verkaufsraum sind diese Mündungen mittels einer Angeltür verschlossen, die beim Abschicken der Büchse mit einem Finger geöffnet wird, um sich nach deren Aufnahme selbsttätig zu schliefsen. Was nun die Ankunft betrifft, so ist der Ausgang gewöhnlich mit einer biegsamen Klappe verschlossen, welche im geeigneten Augenblick von der ankommenden Büchse automatisch geöffnet wird, sich nach deren Austritt von selbst schliefst und durch den Druck der Atmosphäre geschlossen gehalten wird. In den Stationen der Verkaufsräume fällt die Büchse einfach auf das Pult; in denen des Kassensaales gleitet sie in eine abschüssige Rinne, aus der der Kassierer sie entnimmt. Hat er momentan keine Zeit, so können mehrere Büchsen in der Rinne das Herausnehmen abwarten. Damit bei den Kassierern kein Zweifel entstehen könne über die Verkaufsstelle, von der eine Büchse herrührt, hat jede Stelle ihre Nummer, welche auch auf allen zu ihr gehörigen Büchsen in schwarzer Emaillierung erscheint. Die weiter oben erwähnten Büchsen, die die Rechnungen der erst bei Ablieferung ins Haus zu bezahlenden Einkäufe enthalten, unterscheiden sich

von den Geldbüchsen durch ihre roten Filzpuffer; die anderen Puffer sind schwarz.

Die Handhabung der zur Beförderung von Briefen und anderen Schriftstücken bestimmten Linien gleicht im wesentlichen der der Geldlinien. Um die für diesen Dienst unerläfslichen, gröfseren Büchsen zulassen zu können, bringt Pearsall hier Rohrbiegungen von besonders langem Radius an. Speziell bei den Netzen mit Röhren von 3 bis 5 Zoll Durchmesser ist dafür gesorgt, dafs auch die empfindlichsten und gebrechlichsten Gegenstände durch die Beförderung nicht Schaden leiden. Zu diesem Behuf sind sinnreiche, erschütterungsdämpfende und geräuschlose Vorrichtungen vorhanden. Schliefslich sei noch erwähnt, dafs Pearsall für die Betriebskraft seines Systems keine bestimmten Vorschriften macht. Die betr. Anlagen können nach Belieben, oder nach den besonderen Umständen, entweder Gebläse oder Kompressionsmaschinen oder „Inspiratoren" anwenden. Bei ganz kleinen Anlagen wird in der Regel ein „Inspirator" genügen, bei Druckluftsystemen gewöhnlich eine Kompressionsmaschine, bei Vakuum zumeist ein Gebläse am Platze sein; doch werden wohl fast immer Raumrücksichten und der Kostenpunkt entscheidend bleiben. Der Inspirator ist natürlich am kleinsten und billigsten, doch verbraucht er verhältnismäfsig mehr „Kraft" als das Gebläse oder die Kompression. Wo ein Gebläse benutzt wird, kann es entweder durch eine Dampfmaschine oder durch einen elektrischen Motor betrieben werden. Ersterenfalls empfiehlt sich als das sparsamste Verfahren bei grofsen Anlagen ein mit einer vertikalen Maschine unmittelbar verbundenes Gebläse. Handelt es sich um einen Motor, so erfolgt die Verbindung mit dem Gebläse durch Treibriemen oder durch Transmission. Der in letzterem Falle sonst übliche laute Lärm ist durch ein von Pearsall ersonnenes Verfahren vermieden.

Wir haben es da also mit einer ebenso einfachen wie genialen Erfindung zu tun, einer neuen praktischen Anwendung des pneumatischen Prinzips, einer weiteren Ausgestaltung des Rohrpostwesens.





X-Strahlenuntersuchung diluvialer Knochenreste. Es dürfte nur wenigen bekannt sein, dafs nicht nur die Röntgendurchstrahlung lebender Körper der Wissenschaft die wichtigsten Ergebnisse geliefert hat. In vieler Hinsicht gestalten sich an der Leiche die Aufnahmebedingungen sogar weit günstiger als am lebenden Individuum. Die Strahlen werden zwar auch hier durch die Fleischpartien wesentlich aufgehalten, aber doch nicht so stark zerstreut wie in lebender Substanz. Allerdings ist die Verwaschung der Knochenschatten immer noch stark genug, um ein Erkennen aller feineren Strukturformen unmöglich zu machen. Beim Skelett fallen alle störenden Nebenerscheinungen naturgemäfs fort, und der innere Aufbau der Knochen zeigt sich in überraschender Deutlichkeit. — Gelegentlich der Untersuchung diluvialer Knochenreste, insbesondere derjenigen des Neandertal - Menschen, ist die Ansicht aufgetaucht, es handele sich bei dem Skelett mehr um eine pathologische Abnormität als um eine, einer ganzen Rasse zukommende typische Bildung. Im wirren Streit der Meinungen über diesen Gegenstand haben nunmehr die Röntgenstrahlen in gewichtiger Weise das Wort ergriffen. Otto Walkhoff teilte vor einiger Zeit in den Sitzungsberichten der Münchener Akademie der Wissenschaften mit, dafs der radiographische Befund beim Neandertal - Menschen eine pathologische Bildung völlig ausschlösse. Da die Nahtlinien der Extremitäten auf ein junges Individuum hindeuteten, könne auch der Schädel, wie vielfach angenommen sei, nicht einem Greise angehört haben. Es handele sich wahrscheinlich um einen Menschen vor dem dreifsigsten Lebensjahre. Auch zeige der Verlauf der Bälkchen in den Schenkelknochen mit Sicherheit, dafs das Individuum aufrecht gegangen sei. Sehr interessant sind ebenfalls die Untersuchungen Walkhoffs an dem sogenannten Spyfund. Die Kieferreste weisen dort eine Entwickelung auf, wie wir sie heute als pathologisch bezeichnen würden. Es handelt sich nämlich um Kauwerkzeuge von mehr als respektablen Dimensionen. Der Röntgenbefund spricht jedoch gegen eine krankhafte Bildung. Man darf also

annehmen, dafs unsere Kauwerkzeuge infolge bequemerer Nahrungszufuhr in der Rückbildung begriffen sind, vielleicht zugunsten der Schädelbildung. D.



Magnetische Tonscherben. Im Jahre 1899 hatte Folgheraiter bei der Untersuchung von griechischen und etruskischen Tongefäfsen eine höchst merkwürdige Entdeckung gemacht, er fand sie fast ausnahmslos magnetisch. Aus den Spuren von Magnetismus konnte er gleichzeitig sehr scharfsinnige und interessante Schlüsse auf die Schwankungen der erdmagnetischen Inklination in längst vergangenen Zeiten ziehen. Seine Untersuchungen sind neuerdings, wie ein französisches Fachblatt meldet, von L. Mercanton wieder aufgenommen und auf eine grofse Anzahl aus der Bronzezeit stammender und in den Pfahlbauten der Schweizer Seen aufgefundener Tonscherben ausgedehnt worden. Auch hier zeigten sich wiederum unverkennbare Spuren von Magnetismus. Aber der Brand der Gefäfse war seinerzeit ein sehr unregelmäfsiger gewesen; auch hatte der Forscher eben leider nur Scherben und Bruchstücke in den Händen. Er zögert daher, besonders da auch über die ursprüngliche Situation der Gefäfse wenig mehr festzustellen war, weitergehende Schlüsse zu ziehen. Nur an zwei Gefäfsen konnten etwas sichere Daten gefunden werden, und diese lassen denn darauf schliefsen, dafs in der Bronzezeit und in der Nähe des Neuchateler Sees die magnetische Inklination eine mehr nördliche gewesen sein mufs. Bei der unverkennbaren Subtilität dieser Versuche wird man, wie Mercanton selbst sagt, noch weit mehr Beobachtungsmaterial abwarten müssen. Er selbst hält die Untersuchungen aber keineswegs für aussichtslos, fordert vielmehr seine Fachgenossen auf, auch den magnetischen Eigenschaften der Fundstücke fürderhin eine gröfsere Beachtung zu schenken; denn ein einziger sicherer Befund, der genaue Angaben über die Richtung der Inklination gewinnen liefse, könnte alle bisherigen Funde mit einem Schlage zu den wertvollsten Beweisstücken machen. D.



Erstickung von Bränden mittels schwefliger Säure. Die Luft wird von der Brandstelle abgesaugt und der darin vorhandene Sauerstoff in einem von Clayton angegebenen Apparat zur Verbrennung von Schwefel verwandt. Das so erzeugte Gas (schweflige Säure, SO_2)

wird nun, nachdem es eine Kühlvorrichtung durchlaufen hat, in den gefährdeten Raum eingeleitet, woselbst es die abgesaugte Luft ersetzt. Der Sauerstoffmangel bewirkt in kürzester Zeit ein Ersticken des Feuers. Das Absaugen der Luft und die Zuleitung der schwefligen Säure erfolgt durch Rohre oder Schläuche. Am günstigsten ist es natürlich, wenn der gefährdete Raum gut abgedichtet ist, so dafs keine Zufuhr von Sauerstoff von aufsen stattfinden kann. Dies läfst sich z. B. auf Schiffen erreichen. Man kann auch noch weiter gehen und Räume, die selbstentzündliche Substanzen oder feuergefährliche Materialien enthalten, von vornherein mit dem Gas füllen. Dann ist jeder Brandgefahr vorgebeugt. Versuche haben ergeben, dafs bei Anwesenheit von 5 pCt. schwefliger Säure die Entstehung von Bränden schon nicht mehr zu befürchten ist. Brennendes Petroleum, Naphths, Öl etc. konnte augenblicklich gelöscht werden, Holzkohle, Heu, Baumwolle (also Materialien, welche die Wärme schlecht leiten) nach einiger Zeit. Der Claytonsche Apparat wird entweder direkt an Ort und Stelle aufgestellt, oder mittels geeigneter Beförderungsmittel (Frachtwagen, kleine Dampfschiffe) an die Brandstelle herangefahren. Auf den Schiffen des Norddeutschen Lloyd wird er — und das war sogar seine ursprüngliche Bestimmung — auch zur Vertilgung von Ungeziefer angewendet.

M. v. P.



Übersicht über die Himmelserscheinungen für März, April und Mai 1904.[1]

1) **Der Sternenhimmel.** Am 15. März um 12^h, am 15. April um 10^h, am 15. Mai um 8^h ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont folgende: Im Westen ist das Sternbild des Orion, jetzt ein aufrecht stehendes Kreuz im Untergehen. Darüber stehen die Zwillinge und links von ihnen Procyon,, während der grofse Löwe mit Regulus eben den Meridian passiert hat, hierunter findet sich das langgestreckte Sternbild der Wasserschlange, genau im Meridian der

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnenaufgänge — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

Becher, davon links der Rabe. Im Osten kommt das grofse Sternbild der Jungfrau mit der Spica gegen die Mittagslinie heran, darüber steht der gleichfalls bedeutende Bootes mit Arctur. Die beiden Sterne der Wage sind eben im Südosten aufgegangen. Im Zenit steht der Himmelswagen, die Deichsel nach Osten gerichtet, von ihm südlich die Jagdhunde. Wendet man den Blick nach Norden, so steht hoch zwischen dem grofsen und dem kleinen Bären der Drachen, dessen Sternreihe nach Osten auf den Herkules hinabführt. Daneben steht Wega tief im Nordosten, ihr gegenüber Capella im Nordwesten; die Cassiopeia findet sich tief am Nordhorizont. Zur Orientierung mögen folgende hellere Sterne dienen, die abends um 9 Uhr M. E. Z. kulminieren:

Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Gröfse	Rektaszension	Deklination
Febr. 29	β Gemin.	1.3	$7^h\ 39^m\ 27^s$	$+28°\ 15.5'$	Mai 1	β Leonis	2.0	$11^h\ 44^m\ 10^s$	$+15°\ 6.5'$
März 6	ι Navis	3.0	8 3 27	−24 1.6		β Virgin.	3.3	11 45 42	+2 18.3
16	ε Hydrae	3.3	8 41 42	+6 46.3	6	ε Corvi	2.0	12 5 11	−22 5.2
18	ζ Hydrae	3.3	8 50 19	+6 18.7	8	γ Corvi	2.0	12 10 52	−17 0.5
24	40 Lyncis	3.3	9 15 13	+34 47.9	11	δ Corvi	2.3	12 24 54	−15 58.9
26	α Hydrae	2.0	9 22 52	−8 14.5	12	β Corvi	2.3	12 29 20	−22 52.0
31	ε Leonis	3.0	9 40 24	+24 13.0	14	γ Virginis	3.0	12 36 48	−0 55.4
April 5	α Leonis	1.3	10 3 16	+12 26.2	18	δ Virginis	3.0	12 50 46	+3 55.1
7	ζ Leonis	3.0	10 11 21	+23 53.8	20	ε Virginis	2.6	12 57 24	+11 28.5
16	ν Hydrae	3.3	10 44 53	−15 41.5	24	γ Hydrae	3.2	13 13 42	−22 39.9
22	δ Leonis	2.3	11 9 0	+21 3.0	25	α Virginis	1.0	13 20 8	−10 39.6
24	δ Crateris	3.3	11 14 32	−14 15.5	28	ζ Virginis	3.3	13 29 48	−0 6.3

2) **Veränderliche Sterne.** a) Dem unbewaffneten Auge und kleineren Instrumenten sind nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

Algol ($3^h\ 2^m$ $+40°\ 35'$), Gröfse $2^m.3$—$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4\frac{1}{2}^h$.

März 1	$5^h\ 1^m$	März 18	$9^h\ 55^m$	April 7	$11^h\ 38^m$	April 24	$16^h\ 31^m$
9	19 29	21	6 44	10	8 27	27	13 20
12	16 17	April 1	18 0	13	5 16	30	10 9
15	13 6	4	14 49	21	19 42		

λ Tauri ($3^h\ 55^m$ $+12°\ 14'$), Gröfse $3^m.4$—$4^m.5$. Halbe Dauer des Minimums: 5^h.

März 25 $15^h\ 11^m$, März 29 $14^h\ 3^m$.

δ Librae ($14^h\ 56^m$ $-8°\ 8'$), Gröfse $5^m.0$—$6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

März 5	$6^h\ 31^m$	März 26	$5^h\ 14^m$	April 13	$20^h\ 5^m$	Mai 9	$10^h\ 30^m$
7	14 22	28	13 5	16	3 56	11	18 22
12	6 5	30	20 56	18	11 48	16	10 4
14	13 57	April 2	4 48	20	19 39	18	17 56
16	21 48	4	12 39	25	11 22	23	9 39
19	5 39	6	20 31	27	19 13	25	17 30
21	13 31	9	4 22	Mai 2	10 56	30	9 13
23	21 22	11	12 13	4	18 47		

Namentlich λ Tauri und δ Librae bedürfen der Beobachtung auch von seiten astronomischer Liebhaber.

b) Maxima der helleren (> 9—10^m) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.
März 4	Y Cephei	0h 32m +79° 50'	8–9	Apr. 12	T Can. min.	7h 29m +11° 57'	9 10
6	R Androm.	0 19 +33 3	7	14	U Lyrae	19 17 +37 42	8
7	S Scorpii	16 12 −22 40	9–10	17	V Gemin.	7 18 +13 16	8–9
8	V Coronae	15 46 +39 51	7–8	18	T Can ven.	12 25 +32 2	8–9
9	R Hydrae	13 25 −22 47	5	24	RR Librae	15 51 −18 1	8–9
11	RU Aquil.	20 8 +12 42	9		RT Librae	15 1 −18 22	8–9
	RR Cephei	2 31 +80 44	9	30	U Cassiop.	0 41 +47 44	8–9?
	S Lyrae	19 9 +25 51	9		RT Cygni	19 41 +48 32	6–7
12	V Sagittae	20 16 +20 49	9–10	Mai 2	R Bootis	14 33 +27 9	7
14	RT Oph.	17 52 +11 11	9	3	RV Aquil.	19 36 + 9 42	9
	W "	16 16 − 7 29	9		V Cygni	20 38 +47 48	8?
16	RZ Hercul.	18 33 +25 58	9	4	R Aquilae	19 2 + 8 5	7
17	W Aquilae	19 10 − 7 13	7–8		X Gemin.	6 41 +30 22	8–9
20	V Oph.	16 21 −12 12	7		S Urs. mai	12 40 +61 37	8
21	RV Herc.	16 57 +31 22	9	7	S Cygni	20 5 +57 43	9–10
	RT. "	17 7 +27 10	9		W Librae	15 32 −15 51	9–10
22	S Ophiuchi	16 29 −16 58	8–9	9	T Draconis	17 55 +58 14	8
26	Z Aurigae	5 54 +53 17	9	11	R Vulpec.	21 0 +23 26	8
27	U Cancri	8 30 +19 13	9	12	S Lyncis	6 36 +58 0	9–10
28	U Herculis	16 22 +19 7	7	17	W Lyrae	18 12 +36 38	8–9
29	U Monoc.	7 26 − 9 35	6–7	18	W Cassiop.	0 49 +58 3	8
30[1]	o Ceti	2 15 − 3 24	3–5	19	X Hydrae	9 31 −14 16	9
31	Y Delphini	20 37 +11 32	9–10	20	RZ Cygni	20 49 +47 0	9
Apr. 1	ST Cygni	20 31 +54 38	9	26	Z Aquilae	20 10 − 6 26	9
2	X Camel.	4 33 +74 56	9		V Aurigae	6 17 +47 43	8–9
8	U Draconis	19 10 67 7	9–10	29	X Cephei	21 3 +82 41	9–10
9	X Aurigae	6 5 +50 15	8	31	T Urs. mai	12 32 +60 1	7–8
10	T Herculis	18 7 +31 0	9–10		Z Cephei	2 14 +81 14	9–10
11	T Cephei	21 8 +68 6	6		RT Virgin.	12 58 + 5 42	8–9

Bei manchen dieser Sterne sind die Daten auf mehrere Tage unsicher, dieselben müssen also einige Zeit vorher bereits aufgesucht werden.

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1904	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima		
TX Cygni	20h 56m +42° 13'	8 bis 9m	März 3, 18	April 2, 16	Mai 1, 16, 31
VX "	20 54 39 48	9	4, 24	13	3, 23
SZ "	20 30 46 16	8	5, 20	4, 19	5, 20
T Monocerotis	6 20 7 8	6	8	4	1, 28

3) **Planeten.** Merkur ist am 21. April in gröfster östlicher Elongation und um diese Zeit bequem am Abendhimmel sichtbar, da er erst $9^{1}/_{2}$ Uhr untergeht. Er steht unterhalb der Plejaden. Venus ist im Steinbock, Wassermann und

[1]) Das eigentliche Maximum der Mira läfst sich nicht beobachten, weil der Stern am 30. März der Sonne zu nahe ist, nur der Anstieg des Lichtes

von Anfang April an in den Fischen Morgenstern in abnehmendem Glanze. Sie rückt der Sonne näher und verschwindet Anfang Mai beim Eintritt in den Widder in den Sonnenstrahlen. Am 7. März 16h steht sie nur 20' nördlich von Saturn, am 22. April 23h nur 30' südlich vom Jupiter. Mars wird abends wieder bequemer sichtbar, da er in höhere Deklinationen kommt. Er steht Anfang März in den Fischen, tritt am 7. April in den Widder, wird aber dann allmählich von der Sonne eingeholt, mit der er am 30. Mai in Konjunktion ist. Jupiter in den Fischen rechtläufig ist nur noch Anfang März abends kurze Zeit zu sehen, schon am 27. ist er in Konjunktion mit der Sonne. Am Morgenhimmel wird er Ende April dicht bei Venus wieder sichtbar. Saturn rechtläufig im Steinbock ist am Morgenhimmel sichtbar, anfangs dicht bei Venus. Am letzten Mai kommt er in Stillstand und geht dann schon 12½ Uhr auf. Uranus anfangs rechtläufig, vom 3. April an rückläufig rechts unter μ Sagittarii, geht vom 25. April ab vor Mitternacht auf. Neptun vom 14. März an rechtläufig nähert sich immer mehr dem Sterne μ Geminorum, dem er am 8. Mai bis auf 10' von Süden nahekommt, so dass er dann leicht gefunden werden kann.

4) **Jupitermonde.** In Mitteleuropa sind von den Finsternissen nur die beiden folgenden zu beobachten:

I. Trabant.	Eintritt in den Schatten.	Mai 17d	16h	20m	37s.
III. Trabant	„ „ „ „	25	16	33	54.

5) Von **Meteoren** sind besonders die Tage vom 19.—23. April belebt, wo die Lyriden fallen. Das Zodiakallicht ist den März hindurch abends bei Fehlen störenden Lichtes zu sehen.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1] d. Eintritts	d. Austritts
März 22	ϑ¹ Tauri	4.2	10h 54.6m	11h 41.2m	118°	236°
	ϑ² „	4.2	11 6 3	11 33.1	147	207
„ 23	111 „	5.5	11 9 9	11 56.3	58	306
„ 25	λ Geminorum	3.8	10 14.2	11 18.4	96	285
Mai 7	λ Capricorni	5.3	14 27.2	15 39.4	72	259
„ 21	ο Leonis	3.6	9 57.4	10 38.2	156	242

7) **Mond**

Phase			Phase			Phase		
Vollmond	März 1	16h	Letzt. Viert.	April 7	7h	Letzt. Viert.	Mai 7	1h
Letzt. Viert.	8	14	Neumond	15	11	Neumond	15	0
Neumond	16	19	Erst. Viert.	22	18	Erst. Viert.	21	23
Erst. Viert.	24	11	Vollmond	29	12	Vollmond	28	22
Vollmond	31	2						
Erdnähe	März 1	2h	Erdferne	April 10	10h	Erdferne	Mai 8	5h
Erdferne	13	19	Erdnähe	26	7	Erdnähe	22	11
Erdnähe	29	11						

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
März 1	5h 11m	18h 50m	April 5	12h 36m	21h 27m	Mai 5	12h 42m	22h 2m
6	11 44	21 23	10	15 41	1 16	10	14 54	2 12
11	16 9	0 28	15	17 39	6 37	15	17 15	7 46
16	18 23	5 32	20	20 58	11 59	20	22 14	12 15
21	20 39	10 59	25	1 43	15 16	25	3 20	14 43
26	0 11	15 34	30	8 11	17 48	30	9 6	17 54
31	6 45	18 14						

8) **Sonne.**

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Febr. 28	22h 27m 24.7s	+ 12m 56.7s	7h 0m	5h 39m
März 6	22 55 0.5	+ 11 20.2	6 44	5 52
13	23 22 36.4	+ 9 41.9	6 28	6 4
20	23 50 12.3	+ 7 41.4	6 12	6 17
27	0 17 48.1	+ 5 33.8	5 55	6 29
April 3	0 45 24.0	+ 3 25.9	5 39	6 41
10	1 12 59.8	+ 1 25.2	5 23	6 53
17	1 40 35.7	— 0 21.6	5 7	7 5
24	2 8 11.6	— 1 50.3	4 52	7 18
Mai 1	2 35 47.5	— 2 56.8	4 38	7 30
8	3 3 23.3	— 3 36.9	4 24	7 41
15	3 30 59.2	— 3 48.5	4 13	7 53
22	3 58 35.1	— 3 32.4	4 3	8 3
29	4 26 11.0	— 2 51.3	3 55	8 12

Am 16. März von 15h 36m.5 bis 21h 45m.0 findet eine ringförmige Sonnenfinsternis statt, welche aber in Europa gänzlich unsichtbar ist.





F. Grünwald: Die Herstellung der Akkumulatoren. Halle. Verlag von Wilh. Knapp.

Der kleine, im Taschenformat ausgegebene Leitfaden ist trotz seines geringen Umfangs aufserordentlich reichhaltig. Der Autor versteht es, alles Wesentliche über die Geschichte der Blei-Akkumulatoren, über die Verarbeitung der Rohmaterialien, über das physikalische und praktische Verhalten der Zellen im Betriebe und über die Anwendung und Schaltung der Akkumulatoren-Batterien mit Geschick und verständlich zu sagen. Für den Fachmann dürfte das Grünwaldsche Büchlein ein recht angenehmes und nützliches Vademekum sein. D.

Fürst Albert I. von Monaco: Eine Seemanns-Laufbahn. Verlag von Boll & Pickardt, Berlin. Autorisierte Übersetzung aus dem Französischen von Alfred H. Fried.

Dieses Werk von Fürst Albert von Monaco: „Eine Seemannslaufbahn“ ist ein Bild seines eigenen Lebens. Nicht dafs der Verfasser seine Erlebnisse in chronologischer Folge aneinanderreihte, er läfst vielmehr in wohlgelungener Schilderung an uns vorüberziehen, was der Seemannsberuf Unangenehmes und Schweres bietet und speziell ihm geboten hat: seine erste Seemannszeit in der spanischen Marine, die in ihm die Lust zu selbständiger Seefahrt weckte, die Erwerbung einer eigenen Jacht, auf der er seine Reisen zunächst nur seiner grossen Liebe zum Meere wegen unternahm, wie dann aber allmählich das Interesse an der Erforschung des Meeres in ihm erwachte. Weiter schildert er, wie er die Meere vom heifsen Äquator zum eisigen Nord durchquerte und durchforschte. Hieran schliefsen sich Beschreibungen eines Cyklons, der Jagd auf einen Potwal und weiter Aufzeichnungen über kaufmännische und wissenschaftliche Verwertung erbeuteter Meereserzeugnisse. Das Werk, das Sr. Majestät Kaiser Wilhelm II. gewidmet ist, sei allen, die Belehrung in unterhaltender Form wünschen, aufs wärmste empfohlen. L.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Massif des Apennins
Mer de la Sérénité
Mer des Pluies
Linné
Archimède
Aristillus
Cassini
Massif
des Alpes
Platon
Mer du Froid
Barrow



Über die Mondaufnahmen von Loewy und Puiseux und über Veränderungen auf der Mondoberfläche.

Von Dr. F. Ristenpart in Berlin.

Die gewaltigen Hilfsmittel, welche eine weit vorgeschrittene Technik in Anwendung der Entdeckungen des vergangenen Jahrhunderts auf die Beobachtungskunst in die Hand der Himmelsforschung gegeben hat, haben den Astronomen stets weiter und tiefer in den Weltraum geführt. War vor der Photographie und Spektroskopie des Himmels das Planetensystem das wesentliche Arbeitsfeld der physischen Astronomie, so enthüllt uns die Photographie jetzt Nebel, die kein Fernrohr mit noch so grofser Objektivöffnung jemals dem menschlichen Auge zeigen würde, und dem Spektroskop wird mit Erfolg die Aufgabe zugemutet, die Atmosphären von Sonnen zu untersuchen, deren Entfernung sich als unmefsbar grofs herausgestellt hat. Im Planetensystem allerdings vermag die Photographie, von Sonne und Mond abgesehen, unsere Kenntnis über die Oberflächen seiner Glieder nicht zu erweitern; die Brennpunktbilder der Planetenscheiben sind alle zu klein, um ohne eine sehr starke Vergröfserung besondere Einzelheiten erkennen zu lassen, und da ist es vorteilhafter, diese starke Vergröfserung direkt am Fernrohr auf den Planeten selbst anzuwenden, anstatt die Platte zwischenzuschalten, deren Silberkorn sonst mit vergröfsert wird und an natürlicher Gröfse die Brennpunktbilder feiner Planetendetails übertrifft. Der Mond aber, so sollte man meinen, sei durch die zahlreichen Arbeiten sorgfältiger Beobachter, wie Mädler, Lohrmann und Schmidt um die Mitte, durch Klein, Fauth, Krieger u. a. am Ende des 19. Jahrhunderts so genau durchforscht, dafs hier nichts weiter zu tun bliebe, als die bekannten, grofsen Züge des Mondantlitzes in noch sorgfältigerer Detailarbeit zu prüfen, als es bisher geschehen ist.

Noch manche kleinen Krater und Hügel mögen unentdeckt sein; die vorhandenen Karten um diese zu bereichern, ist eine namentlich für Amateure verdienstliche Arbeit, kann aber unsere Ansichten über unsern Satelliten kaum in wesentlichen Punkten weiterführen. So dürfte man also auch wohl von der Photographie nur eine genauere Zeichnung der Einzelheiten der Mondoberfläche erwarten und ihr darum nicht gerade eine epochemachende Wandlung unserer Mondstudien zuschreiben, wenn nicht eine fundamentale Frage zur Beurteilung der Mondformationen nur von ihr in objektiver Weise beantwortet würde, nämlich die nach den verschiedenen Helligkeitsabstufungen auf der Mondscheibe. Diese, die von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit für alle selenographischen Aufgaben sind, kann auch der feinste Stift des geübtesten Zeichners nie in so naturgetreuer Nachbildung wiedergeben wie die völlig objektive Platte[1]), und das gleiche gilt von den kleineren Unebenheiten des Bodens, deren verschiedene Höhe man im Fernrohr an der Länge des Schattenwurfs so getreu erkennt, dafs ein an Mondbeobachtungen geübtes Auge sogleich einen plastischen Eindruck hat; diesen kann wahrheitsgetreu nur die Photographie wiedergeben, nicht der am Fernrohr zeichnende Beobachter, der zur genauen Aufnahme einer Gegend viel mehr Stunden nötig hat, als dafs der Sonnenstand über dem Monde für inzwischen unverändert gelten dürfte. Da in der messenden Astronomie die Photographie der direkten Beobachtung überall da überlegen ist, wo es sich um Messenbeobachtungen handelt, so darf nur nebenbei erwähnt werden, dafs auch für die Bestimmung der Bergeshöhen aus der Schattenlänge und der Kratertiefen und Böschungswinkel der Krater aus den Momenten, wann die Sonnenstrahlen den Kraterboden erreichen, durch eine Aufnahme sofort für alle günstig zur Lichtgrenze gelegenen Objekte die Beobachtungszeit festgelegt ist, und die Messung an der Platte dann in aller Ruhe am Mefsapparat in bequemer Körperhaltung vorgenommen werden kann, während am Fernrohr für jeden Krater die Beobachtungszeit eine andere ist; aufserdem ist die aufgewendete Zeit natürlich eine weit längere, da es unmöglich ist, alle Objekte durchzumessen, solange die Beleuchtung günstig bleibt; auch ist das Arbeiten am Fernrohr zumal in kalten Winternächten weit weniger bequem. Ein besonderer Vorzug der photographischen Fixierung des Mondbildes besteht aber in der Möglichkeit, zwei Aufnahmen derselben Gegend, die zu verschiedenen Zeiten

[1]) Zumal, wenn man nach dem Vorgange Ritcheys am Yerkes-Refraktor neben den gewöhnlichen auch farbenempfindliche Platten verwendet.

bei ganz anderen Einfallswinkeln der Sonnenstrahlen aufgenommen sind, nebeneinander zu legen und durch den Vergleich auseinanderzusondern, was Beleuchtungseffekt und was Natur der Mondformation ist. Da wir aus dem reichen Schatze der uns vorliegenden Aufnahmen lauter verschiedene Mondgebiete gewählt haben, so ist nur bei zweien und auch da nur ein kleines Stück zur Vergleichung gemeinsam, nämlich die Wallebene Plato mit Umgebung in der linken unteren Ecke von Blatt XI und der rechten unteren von Blatt XXIII. Dafs der kleine Berg Pico, der in der Verlängerung der kleinen Achse der Ellipse des Plato um die Länge der grofsen Achse nach oben entfernt liegt, rechts oben eine muldenförmige Vertiefung hat, erkennt man erst aus dem Schattenwurf auf Blatt XI, umgekehrt den steilen Abfall der linken unteren Seite nur auf Blatt XXIII; ohne dieses Nebeneinanderhalten beider Blätter könnte man an ein gleichförmiges sanftes Ansteigen der beleuchteten Hälfte beide Male denken.

Die Photographie des Mondes erlaubt nun auch Vergröfserungen wegen der beträchtlichen Gröfse des natürlichen Brennpunktbildes. Originalaufnahmen werden in gröfserer Zahl angefertigt in Amerika auf der Lick-Sternwarte, der Harvard-Sternwarte und auf deren Filialstation, der Bergsternwarte bei Arequipa in den Anden, endlich in Europa auf der Pariser Sternwarte. Die Originale sind von den Sternwarten selbst mäfsig, rund auf das 10 fache, vergröfsert und in Karten herausgegeben. Von einem Lick-Negative hat Prinz in Brüssel 3 verschiedene Stellen resp. 8, 24 und 33 mal vergröfsert, andererseits hat Weinek in Prag Originalnegative aller 3 Sternwarten 24 mal vergröfsert, und zwar meist in Einzeldarstellungen grofser Krater und ihrer unmittelbaren Umgebung bei verschiedener Beleuchtung. Es ist daraus ein grofser Mondatlas von 10 Lieferungen mit im ganzen 200 Blättern im Format 26 : 31 cm entstanden. Ohne den Wert dieses Unternehmens irgendwie unterschätzen zu wollen, kommen doch für Studien über den Aufbau und die Entstehungsgeschichte des Mondes die geringer vergröfserten Darstellungen deshalb mehr in Betracht, weil sie ein gröfseres Stück der Mondscheibe auf einmal zu überblicken gestatten und damit Kontraste vor Augen führen, welche höchst lehrreiche Fingerzeige über Selenogonie an die Hand geben. Unter den kartographischen, gering vergröfserten Darstellungen zeichnen sich die Pariser Mondaufnahmen von Loewy und Puiseux durch ihre wunderbare Schärfe der Wiedergabe und Feinheit der Details aus. Sie sind mit dem Equatoréal coudé, dem „Ellenbogenfernrohr“ von 15 Zoll Öffnung erhalten. Dieses seinen Namen mit Recht führende

Teleskop besteht zunächst aus einem festliegenden, polwärts gerichteten Rohre, dessen Neigung gegen den Horizont gleich der geographischen Breite ist; mit seinem oberen Ende, welches das Okular resp. die photographische Platte trägt, tritt es in ein Beobachtungszimmer ein und endigt über einem Tische, vor welchem der Beobachter weit bequemer — und im Winter wärmer — sitzt, als auf dem bestkonstruierten Beobachtungsstuhl in den Kuppeln unserer grofsen Refraktoren. Dieses festliegende Rohr läfst sich nur um seine eigene Achse drehen. An seinem unteren Ende sitzt unter rechtem Winkel, mit ihm fest verbunden, ein zweites Rohr, dessen anderes Ende das Objektiv trägt; da, wo beide Rohre zusammenstofsen, befindet sich ein gegen beide um 45° geneigter Spiegel, der die vom Objektiv kommenden Lichtstrahlen nach dem Okular reflektiert. Eine halbe Umdrehung des Okularrohres führt nun das Objektiv vom Ost- zum Westpunkte des Horizontes immer im Himmelsäquator, und nur genau in diesem stehende Sterne könnten ohne weitere Hilfsmittel beobachtet werden. Nun aber befindet sich vor dem Objektiv noch ein Spiegel, der, vom Okular aus verstellbar, um beliebige Winkel gegen das Objektiv geneigt werden kann, so dafs sich mit dieser doppelten Spiegelung der ganze Himmel erreichen läfst. Im Brennpunkte dieses Fernrohres wird das Mondbild durchschnittlich — der scheinbare Durchmesser des Mondes entfernt sich für Erdnähe und Erdferne um $^1/_{18}$ nach beiden Seiten von dem mittleren Werte — 18 cm grofs erhalten. Die Exposition auf Lumière-Platten dauerte je nach der Erhellung des Mondes durch das Sonnenlicht zwischen 1 und $1^1/_2$ Sekunden und stieg nur in Ausnahmefällen auf 3 Sekunden. Trotz dieser kurzen Expositionszeit genügte es nicht, das Fernrohr durch das Uhrwerk, welches die tägliche Umdrehungsbewegung der Erde aufhebt, dem Monde nachzutreiben, sondern es mufste auf die eigene Bewegung des Mondes Rücksicht genommen werden. Diese beträgt, da der Mond in $27^1/_3$ Tagen die ganzen 24 Rektaszensionsstunden durchläuft, zu deren scheinbarer Durchdrehung die Sterne einen Sterntag brauchen, durchschnittlich $^1/_{27}$ der betreffenden Zeit, während welcher die Bewegung betrachtet wird, also bei $1^1/_2$ Zeitsekunden Exposition $^1/_{18}$ Zeitsekunde d. h. $^5/_6$ Bogensekunde, oder da der Mond einen scheinbaren Halbmesser von 1865" hat, hätte sich der Mond während dieser Expositionszeit um den 2200. Teil seines Durchmessers bewegt, welcher, wie gesagt, 180 mm auf den Originalplatten beträgt, also um fast $^1/_{10}$ mm, und bei den durchschnittlich 10 maligen Vergröfserungen desselben also um rund 1 mm, so dafs trotz der kurzen

Exposition ein ganz verschwommenes Bild entstanden wäre. Loewy und Puiseux liefsen, abgesehen von den ersten 5 Aufnahmen, bei welchen sie die Uhrbewegung des Fernrohres der Mondgeschwindigkeit entsprechend abänderten und in Deklination — in welcher sich der Mond ja



Fig. 1. **Capuanus, Bullìald, Gassendi.**
(Tafel VIII. Loewy und Puiseux).

auch bewegt — mit der Hand nachdrehten, das Fernrohr gänzlich unbewegt und konstruierten einen Apparat [2]), der den Plattenhalter am Okular, welcher sich beliebig drehen liefs, mittels einer Schraube, die von einem Uhrwerk getrieben wurde, in eine genau der augenblicklichen Bahngeschwindigkeit des Mondes entsprechende Bewegung

[2]) Deuxième fascicule B. 6 ff.

versetzte, nachdem die Bewegungsrichtung vorher der wahren am Himmel durch Drehen des Okulars gleich gemacht war. Diese Vorrichtung verlangt für jede Aufnahme eine besondere Vorausberechnung und besondere Auswahl der Zahnzahl der Räder des Uhrwerks, aber sie bewirkt zweifellos mit die ausgezeichnete Schärfe der erhaltenen Aufnahmen.

Die feinsten, eben noch auf der Originalaufnahme für sich unterscheidbaren Punkte haben auf dem Monde einen wahren linearen Durchmesser von $2^1/_4$ km; das scheint entmutigend, da das Auge direkt bei 1000facher Vergröfserung an lichtstarken Fernrohren noch Einzelobjekte als solche wahrnimmt, die 100 m, ja, wenn sie glänzend beleuchtet sind, 50 m wahren Durchmesser haben. Es liegt dies an dem relativ groben photographischen Korn, das $^1/_{10}$ mm Durchmesser auf den empfindlichsten Platten hat, und Gegenstände, die kleiner sind wie es selbst, nicht mehr zeichnet. Indes liegt kein Grund vor, deshalb auf die photographischen Mondaufnahmen zu verzichten; man mufs sie eben nur unter den oben besprochenen Gesichtspunkten betrachten, wesentlich als Übersichten über gröfsere Mondpartien zu dienen, und man könnte ihre Vergröfserungen vielleicht als Unterlage benutzen, um nun bei sehr guter Luftbeschaffenheit mit sehr starken Vergröfserungen weitere Details einzuzeichnen. Indessen hat das allerfeinste Monddetail eigentlich wenig wissenschaftliches Interesse. Der Grenzmafsstab von 50 m, der erreichbar ist, ist derart, dafs er Ansiedlungen jetzt lebender sowie Steinbauwerke verschwundener Generationen etwaiger Mondbewohner uns zeigen müfste. Das gänzliche Fehlen derartiger Andeutungen beweist das Fehlen ihrer intellektuellen Urheber zu irgendeiner Zeit auf dem Monde. Eine Kartierung des Mondbodens in allen nur wahrnehmbaren Einzelheiten hat nur da Zweck, wo man Veränderungen vermutet und diese durch Überwachung der betr. Gegend feststellen will.

Aus den Originalaufnahmen ist nun ein bestimmtes Stück von besonderem Interesse durchschnittlich 11 mal vergröfsert auf Blättern von 50 : 60 cm Format dargestellt, und von solchen sind von 1896 an bis jetzt 7 Lieferungen von insgesamt 42 Blättern erschienen. Auf jedem Blatte ist das Datum der Aufnahme, die auf das Originalklischee angewandte Vergröfserung und ferner angegeben, wie grofs der Monddurchmesser sein würde, wenn der ganze Mond in gleichem Verhältnis dargestellt würde. Dieser schwankt für die Pariser Aufnahmen zwischen 1,26 m und 2,72 m; der Atlas der Lick-Sternwarte hat 0,9 m, Weineks Atlas 3 m für den Monddurchmesser gleichen Mafsstabs. Die gröfste

gezeichnete Mondkarte iet die von Schmidt in Athen mit 2 m Durchmeeser.

Jeder der Parieer Kartenlieferungsn ist ein Textheft mitgegeben, welches, aufser einer Beschreihung der auf dem Titelblatt der Lieferung abgebildeten Originalaufnahme, eine genaue Schilderung jedes Blattes mit Angabe der Lage seiner Hauptformationen in Hundertteilen der Breiten- und Höhenausdehnung der Karte, zu welchem Ende dieselbe an jeder Seite 10 kleine Ziffern trägt, enthält, ale wertvolletee jedoch die „Introduction," welche fortlaufend die Ansichten der Herausgeber über Aufbau und Entstehung der Mondrinde nach vergleichenden Studien der Vergröfserungen wiedergibt: Aneichten, welche geeignet sind, manche hieherige Meinung übsr den Mond zu berichtigen, und welche durch die jsdem Leser mögliche Betrachtung der photographierten Mondoberfläche eelhst wessntlich gestützt werden.

Die Aufgabe, aue dieeen 42 Blättern 4 der echönsten und interessantesten für „Himmel und Erde" zur Reproduktion auszuwählen, war eine sehr echwierige; denn echön eind diese herrlich plastischen Mondbilder alle, ja man kann durch Aufstellung derselhen in geeigneter Entfernung und Betrachtung mit einem Opernglas — zum Ausschlufs störender Seitenlichter — vollkommen dem Eindruck untsrliegen, als betrachte man im Fernrohr den Mond oder vielmehr als schwebe man in Höhe von einigen Taueend Kilometern über der Mondoberfläche und erkenne genau die kleinsten Unehenheiten in dem faltigen Antlitz unseres Satelliten. Die Auswahl war indes eingeechränkt, da die Berliner Sternwarte, welche die Reproduktion dieser Blätter hier freundlichst gestattet, die letzte Lieferung noch nicht und zwei andere überhaupt nicht erhalten hatte. Gelegentlich sollen noch einzelne Blätter der anderen Lieferungen mit begleitendem Text wiedergegehen werden.

Die 4 Aufnahmen uneeree Aufeatzes tragen die Nummern VIII, XI, XVIII, XXIII und sind hier fortlaufend ale Fig. 1—4 bezeichnet. Die übrigsn Daten sind aus folgender Tahelle zu entnehmen:

Figur	Blatt	Original-Aufnahme	Alter des Mondes in Tagen	Vergröfserung	Monddurchmesser	Überschrift
1	VIII	23. 4. 1896	10	14.0	2.14	Capuanus, Bulliald, Gassendi
2	XI	23. 4. 1896	10	14.0	2.44	Mare Imbrium, Sinus Iridnm, Plato
3	XXIII	19. 9. 1894	21	9.9	1.66	Mare Serenitatis, Archimedes, Plato
4	XVIII	29. 9. 1896	22	14.75	2.40	Südpol, Clavius, Longomontanus

Unter dem Alter des Mondes ist die seit dem letzten Neumonde verflossene Zeit zu verstehen; es entspricht somit rund das erste Viertel dem Alter 7, das letzte dem Alter 22, der Vollmond dem Alter 15. Über den Karten des Pariser Atlas liegen aus Seidenpapier hergestellte durchsichtige Blätter mit Aufschrift der Hauptformationen. Alle Blätter sind so gestellt, wie sie sich im umkehrenden Fernrohr zeigen würden, also Norden unten, Osten (von der Erde aus gesehen) rechts. Da hier das ursprüngliche Format 50 : 60 in unseren Figuren auf $12\frac{1}{2}$: 15 verkleinert ist, so sind die Vergröfserungszahlen des Pariser Originals und der angegebene Monddurchmesser durch 4 zu dividieren.

Aus den Beschreibungen des Begleittextes von Loewy und Puiseux heben wir die Hauptpunkte heraus, die zugleich die Ansichten der Herausgeber über die Bildung und die Zeitfolge der einzelnen Formationen erkennen lassen.

Tafel VIII (Fig. 1) stellt eine Gegend des Mondes dar, welche ungefähr in der Mitte des südöstlichen Mondquadranten liegt, da wo drei der sogenannten Mondmeere — sogenannt, denn auch Loewy und Puiseux denken sie sich ebenfalls nicht mit Wasser erfüllt — zusammenstofsen, das Mare Humorum von rechts, das Mare Nubium von links und der Oceanus Procellarum von unten; keine dieser drei Ebenen ist auf der Karte ganz dargestellt; die letztgenannte, durch das Riphaengebirge, welches nur unten ein wenig hineinschaut, vom Mare Nubium getrennte ist am unvollständigsten. Die zerrissenen Gebirgsbrocken, welche mitten in der Karte liegen und sich nach dem gewaltigen Krater Gassendi[3]) (88 km Durchmesser) rechts unten hinziehen, stellen sich anscheinend als Reste eines früher bestehenden, grofsen zusammenhängenden Gebirgszuges dar, der zur Hälfte versunken ist, so dafs nur noch die oberen Teile der höheren Bergspitzen aus der Flut, wie die Inseln im Cykladenmeer, herausragen. Aus welcher Flut? Hier müssen wir die Ansicht der Verfasser einschalten, dafs die grofsen Mondmeere durch Einbrüche eines Teiles der festen Mondrinde entstanden sind, sobald der Kruste durch Zusammenziehung des noch flüssigen Innern die Unterstützung fehlte. Es ist ohne weiteres verständlich, dafs die eingebrochene Stelle nahezu kreisförmig begrenzt war, und so dürfte sich die Kreisform der meisten Mondmeere erklären. Die aus den Bruchspalten austretende Lava

[3]) Dafs die Mondkrater den Namen von Astronomen des Altertums und Mittelalters und zwar meist recht unbekannter tragen, hat Arago zu dem Ausspruch veranlafst: la lune est la cimetière des astronomes.

überflutete den Boden des jetzt entetehenden Meeresbeckens und drang dabei auch in das Innere einzelner Krater. Dieselben füllten eich teilweiee mit Lava, sobald ihre Wände an einigen Stellen dafür niedrig genug waren. Dies Schickeal traf z. B. Hippalus, dessen ganze Südostwand überflutet iet, ferner Agatharchidee und den anonymen



Fig. 2. **Mare Imbrium, Sinus Iridum, Plato.**
(Tafel XI. Loewy und Puiseux.)

Krater in der Mitte der Karte, Lee und Doppelmayer, sowie die beiden Krater am Südrand dee Mare Humorum. Die fast völlig ebene Gestaltung dee Innern dieeer fünf Krater kann nur durch Erstarrung einer eingedrungenen flüssigen Masse erklärt werden. Dieser Einbruch der Gegend, welche jetzt das Mare Humorum einnimmt, wird aber vor allem durch die drei Rillen bewiesen, welche ungefähr parallel zu seinem

Rande auf der Mitte unserer Karte zu sehen sind, und durch die drei dazu parallelen Terrainfalten, welche Adern gleich östlich von jenen hinziehen. Man mufs nur mehrere sukzessive Einbrüche annehmen, die konzentrisch immer weiter vordrangen. Wo der herabgeneigte Teil sich vom stehenbleibenden trennte, entstand eine Spalte; in diese drang zwar auch die Lava ein, denn man sieht deutlich die Gleichheit des Niveaus der westlichsten Spalte und des Innern des anonymen Kraters, doch vermochte sie dieselbe nicht ganz zu füllen. Die aus der Mitte des Meeres ausgeflossene Lava flutete in Brandungswellen nach dessen Rande hin, und die zähflüssige Masse erstarrte, als der Wulst inzwischen zu fest geworden war, um zurückfliefsen zu können, zu jenen Adern, die ungefähr konzentrisch zur Meeresmitte (die etwa auf dem Rand des Bildes liegen würde) und parallel den Terrainspalten sein mufsten. Es ist verständlich, dafs nach Abschlufs dieses Prozesses sowohl die Spalten wie die Adern Stellen geringerer Festigkeit der Mondrinde sein mufsten und daher besonders leicht von den eigentlichen vulkanischen Eruptionen durchbrochen werden konnten. Hierdurch können nur die kleineren Krater aufgebaut sein, dagegen nicht die gröfseren, wegen des beträchtlichen Durchmessers. So ist es denn kein Zufall, dafs genau auf der westlichsten Rille zwei hübsche und ziemlich tiefe Krater sich aufgebaut haben, die in ihrem Gebiet die Rille mit Lava ausgefüllt und vollständig verwischt haben, während eine Anzahl kleiner und kleinster Krater im Westteil des Mare Humorum in der Nähe jener Adern entstanden ist.

Man kann somit eine chronologische Reihenfolge für die Entstehung der Gebilde dieses Teiles der Mondoberfläche aufstellen, da jedes Gebilde älter sein mufs als ein anderes, das an seiner Umgestaltung beteiligt ist. So würden wir folgende 5 selenologischen Epochen zu unterscheiden haben:

1. Erscheinung der Wallebenen Gassendi und Hippalus und der jetzt verschwundenen Gebilde im Gebiet des Mare Humorum;

2. Senkung der mittleren Partie des jetzigen Mare Humorum, die sich schrittweise bis zu den jetzt noch stehenden Wallebenen ausdehnte und auch diese z. T. einsinken liefs;

3. Ergiefsung flüssiger Massen aus dem Innern, welche die niedrigeren Teile der Randwälle der benachbarten Wallebenen überdeckten und in diese hineinfluteten.

4. Bildung der Adern im Westteile des Mare Humorum durch Erstarren der Brandungswellen und Entstehung der Spaltenzüge durch neue geringe Senkungen;

5. Aufbau der mittelgrofsen Krater auf der westlichsten Spalte, der beiden kleinen Krater auf der östlichsten und inmitten des Innern des halbversunkenen Hippalus und derjenigen im Westteile des Mare Humorum.

Auch im Mare Nubium (links auf der Karte) finden sich solche untergesunkenen Krater, in deren Inneres die Flutwelle eingedrungen ist, wie z. B. bei Kies und Lubiniezki. Bei dem zwischen beiden gelegenen schönen Ringgebirge Bullíald kann man zweifeln, ob es vor der Flutwelle existierte, da sein Wall im Norden die jetzige Bodenhöhe nicht übersteigt, also der Flutwelle hätte Eintritt gewähren können, und dennoch das Innere weit tiefer liegt als das Mare Nubium und der vielgipfelige Zentralberg noch steht, obwohl er, wie gewöhnlich, sehr niedrig ist. Die Verfasser glauben hier eher an eine nachträgliche Erhebung durch inneren Druck aus dem schon festgewordenen Meer, deren Inneres wieder eingestürzt sei. Der Zentralberg kann etwa durch einen Rückschlag des flüssigen Mondinnern erzeugt sein, analog einem Versuch, den H. Ebert zur Herstellung künstlicher Mondkrater gemacht hat.

Ramsden, der mittelgrofse Krater mit tiefem Schatten, auf der Karte oben etwas rechts der Mitte, stöfst unten an drei flache Rillen an, die die Form eines grofsen lateinischen N bilden; zwei von ihnen setzen sich auch südlich von Ramsden fort, ohne diesen Krater zu unterbrechen, so dafs derselbe jüngeren Datums sein mufs. In der prachtvollen Ringebene Gassendi rechts unten erreicht der Randwall eine Höhe bis zu 3000 m, senkt sich aber im Süden ganz zur Mareebene hinab; das höchst unebene Innere dieses Ringgebirges verdankt wohl einer späteren Erhebung seine Gestaltung. Der in den nördlichen Randwall eingebaute Nebenkrater Gassendi A, natürlich späteren Ursprungs als der Hauptkrater, hat gar eine Tiefe von 4000 m.

Der weifse, ziemlich scharfe Strich, der den Krater Kies östlich der Mitte ganz durchsetzt und dabei sich gegen den ansteigenden äufseren Randwall von Bulliald C verbreitert, gehört ebenso wie der viel breitere und weniger gerade links davon verlaufende Streifen dem Strahlensystem des Hauptkraters Tycho an, welcher weit links oben aufserhalb der Karte liegt. Die Verfasser halten diese nur bei Vollmond sichtbaren Strahlensysteme, die über Hunderte von Kilometern über die Mondoberfläche fortlaufen, für den Weg ausgestreuter Aschenreste dieses einstigen Vulkans. Interessant sind noch die beiden einander auf den ersten Blick sich wie Zwillinge gleichenden Wallebenen Mercator und Campanus links oberhalb der drei Rillen.

Mercator ist ganz eben im Innern, Campanus hat einen Zentralberg und mehrere kleine Krater auf seiner Innenfläche. Eine merkwürdige Ausnahme unter den Ringebenen bildet Hesiod (am linken Rande, oben), der anstatt des Kegelberges eine genau zentral gelegene Kratergrube hat; noch mehr staunenswert ist es, dafs diese so gut sichtbare Formation auf der sorgfältigen Mädlerschen Karte fehlt. Auch bei dem mittelgrofsen Krater Cichus (unweit des oberen Randes, links), der südöstlich einen kleinen Randkrater trägt, ist zu erwähnen, dafs Schröter, der Selenograph von Lilienthal, diesen Randkrater auf drei unabhängig angefertigten Zeichnungen bedeutend gröfser darstellt, als neuere Zeichnungen und die Photographie ihn geben.

Tafel XI (Fig. 2.) zeigt uns den nördlicheren Teil des Nordostquadranten des Mondes und in ihm auf der linken und oberen Hälfte der Karte das gröfste der Mondmeere, das Mare Imbrium (auch Pluviarum, franz. „mer des pluies") und den Kranz der Gebirge, welche dasselbe im Norden und Osten einschliefsen. Die westliche Umwallung dieses Meeres durch die Bergzüge der Apenninen, des Kaukasus und der Alpen ist auf nächster Tafel XXIII (Fig. 3) wiedergegeben. Fünfmal so grofs als das Mare Crisium und dreimal so ausgedehnt wie das Mare Serenitatis (s. Fig. 3) nimmt das Mare Imbrium den Schauplatz der gröfsten Einsturzkatastrophe auf der uns sichtbaren Mondhälfte ein. Die saubere und scharf definierte Ausarbeitung der wenigen Krater und Trichter, welche die ungeheure ebene Fläche in der linken Hälfte unseres Blattes unterbrechen, beweisen die spätere, nach Erstarrung des Meeres erfolgte Entstehung dieser Mondgebilde. Aber auch hier wird man den Einsturz in wenigstens zwei Etappen vorgegangen annehmen. Der erste Vorgang betraf die Bildung einer riesengrofsen Wallebene, deren Umkreis jetzt nur noch zur gröfseren Hälfte steht und als Sinus Iridum den östlichsten Teil des Mare Imbrium bildet. Diese kreisförmige Wallebene hat einen Durchmesser von 215 km und erscheint nur deshalb als Halbellipse, weil sie bereits so weit am Ostrand des Mondes liegt, dafs sich ihr horizontaler Durchmesser perspektivisch verkürzt. Der zweite Einsturz der gröfseren Westhälfte des Mare Imbrium rifs den ganzen Westwall dieser grofsen Wallebene mit und vereinigte die beiden Meere. Die Lage des früheren Westwalls zeigt jetzt nur noch eine dreimal sich gabelnde Ader an, die von dem nördlichsten Punkt des Sinus Iridum, dem 2900 m steil abfallenden Kap Laplace nach dem weit flacheren Kap Heraclides führt, dieses allerdings nicht ganz erreicht, sondern als bedeutend verstärkte Doppelader nach oben

zu, nach dem Krater Caroline Herschel, einem vulkanischen Produkt einer späteren Epoche, sich wendet. Die Terrainfalte endigt nach links sich kehrend, oben auf unserem Blatte, ohne den glänzend weifsen Fleck „Lahire", einen isolierten Berggipfel, zu erreichen, der auf Mädlers Karte fehlt, von Schröter und Webb aber in sternähnlichem Glanze als Mittelpunkt eines Strahlensystems, das auf der Photographie fehlt, gezeichnet ist. Das reguläre Ringgebirge in der linken oberen Ecke ist Lambert, dessen Randwall 700 m über dem Meere, aber 1800 m über dem Kraterinnern liegt; auch zwischen ihm und Caroline Herschel streicht eine Terrainfalte.

Zieht man eine gerade Linie von Lambert nach dem Kap Laplace, so trifft man auf dreiviertel des Weges einen, Lambert nur wenig an Gröfse nachstehenden Krater, den Helicon, und dicht links unterhalb desselben den Leverrier. Es ist höchst auffallend, dafs die beiden Selenographen des 17. Jahrhunderts, Riccioli und Hevelius, nur den ersten Krater verzeichnen und nicht den zweiten, der doch kaum übersehbar daneben liegt.

Während der Bergkranz, der den Sinus Iridum umschliefst, zu Höhen von 4000—6000 m, emporsteigt, am höchsten in der Nähe des Kraters Sharp, der von der aufgehenden Sonne erst auf der Westhälfte seines Randwalles erleuchtet ist, wird die Küste nördlich vom Kap Laplace weit flacher. Ihr parallel ziehen nach Nordwesten ausbiegend eine Reihe von Gebilden, die offenbar früher im Zusammenhang mit der Küste gestanden haben: zuerst ein einsamer Bergkegel, dann die „Gerade Reihe", nämlich fünf Bergkrater oder Kraterberge, hierauf die Teneriffaberge direkt oberhalb des Plato, und endlich der mächtige Gipfel des Pico (2400 m). Die Verfasser betrachten diese Linie als früher zusammenhängend und als damalige Grenze des Mare Imbrium, bis eine weitere Senkung ihren Fufs unter den Meeresspiegel verlegt und das Meer bis an seine jetzige Grenze ausgedehnt hat. Auch die zahllosen kleinen Krater, mit denen das noch stehende Bergland durchsetzt ist, ordnen sich in mehrere der Küste oder vielmehr den Küsten parallele Reihen, denn auch die Südwestküste des Mare Frigoris läuft der Nordostküste des Mare Imbrium parallel.

Ganz unten links findet sich die höchst interessante Wallebene Plato, die nur wegen ihrer hohen Nordbreite elliptisch erscheint. Die eigenartige schwarze Färbung ihres vollkommen ebenen Innern, wegen welcher sie von Hevelius den Namen „Lacus niger" erhalten hat, nimmt nach Westen noch ein wenig zu, obwohl hier, wo der Schatten

aufhört, die Sonnenstrahlen steiler einfallen als im Osten. Es ist eine Eigentümlichkeit des Plato, dafs er mit gegen Mittag steigender Sonne nicht heller, sondern dunkler wird, eine schwer erklärbare Tatsache. Der Randwall Platos steigt im Westen bis 2300 m an, ist im übrigen nur mäfsig uneben und hat 96 km Durchmesser. Weit gröfser ist der Krater J. Herschel, am rechten unteren Rande unseres Blattes, dessen stark gezackter Randwall gewaltige Unebenheiten des Bodens umschliefst; eine Bergkette durchsetzt das ganze Innere von oben nach unten.

Tafel XXIII (Fig. 3) zeigt den westlichen Teil des grofsen Mare Imbrium, der sich in Färbung und Bodengestaltung vollkommen von dem östlichen Teil auf der vorigen Karte unterscheidet und der durch die Gebirgsmassive der Apenninen von dem kleinen Mare Vaporum, oben auf der Karte, durch das Massiv des Kaukasus von dem Mare Serenitatis, endlich durch das Massiv der Alpen von dem Mare Frigoris, dessen Fortsetzung wir auf dem vorigen Blatte sahen, getrennt wird. Die ganze Karte nimmt auf dem Mittelmeridian des Mondes etwa die Mitte zwischen Äquator und Südpol ein. Im Mare Serenitatis finden wir wieder eine Anzahl Terrainfalten, sowie Adern und einzelne vulkanische Krater ganz wie in Fig. 1, darunter den schönen Bessel im oberen Drittel des kreisförmigen Meeres. Nehmen wir hierfür die gleichen Erklärungen wie oben an, so können wir auch bezüglich der isolierten Bergkegel im Nordteile des Mare Imbrium, nämlich des Pico südlich von Plato und des Piton südlich der Alpen, wegen ihrer grofsen Höhe von rund 2000 m nicht an Emportreibungen über das bereits erstarrte Meeresniveau denken, sondern sie mögen mit einer Berggruppe nördlich von Archimedes, die nur bis 1600 m Höhe ansteigt, Überreste, und zwar die höchsten Gipfel eines untergesunkenen, gröfseren Gebirges sein, welches bei Bildung des Mare Imbrium einbrach. Mit untergesunken ist damals auch Cassini, dessen Randwall bis auf wenige hundert Meter von den Glutmassen, die erstarrend eine ebene Oberfläche erhielten, angefüllt wurde, doch gelang es den vulkanischen Eruptionen später noch 2 kleine Krater einzubauen. Archimedes wurde durch das Bergmassiv im Süden gehalten und sank nicht ganz so tief ein. Indem wir auch hier die weifse Färbung grofser Teile des Mare Imbrium als vulkanische Asche betrachten, fallen uns zwei dunklere Stellen am Rande des Apennin und des Kaukasus auf; die eine, südwestlich von Archimedes, ist der Palus Putredinis, die andere, westlich von Aristillus, der Palus Nebularum. Beide sind integrierende Bestandteile des Mare Imbrium und nur durch ihre

Farbe auffällig. Der Rand dieses grofsen Meeres gegen alle es hier begrenzenden Gebirgszüge stellt sich bei mehr streifendem Einfall des Lichtes, als es in dieser Karte der Fall ist, als ein schwach gesenktes Tal heraus, das hier nur durch die dunklere Farbe der Randlinie sich ausprägt. Es erinnert dies an die Eigenschaft mancher Erdmeere, deren Boden an den Küsten nicht steigt, sondern abfällt, wie z. B. die Nordsee an der norwegischen Küste. Bei Beseitigung des Wassers würde man hier vom Ufer aus in eine steil abfallende Tiefe blicken.

Das Mare Frigoris ist eines der wenigen Mondmeere, welche nicht ungefähr kreisförmig sind. Man möchte deshalb fast an seiner Existenz als selbständiges Meer zweifeln. In der Tat steht es mit dem Mare Imbrium durch eine Meerenge, die am Ostrand des Kaukasus entlang läuft, in Verbindung; anderseits findet eine zweite Kommunikation am Ostrand des Mare Imbrium statt. Wollte man in dieser Weise das Depressionsgebiet des Mare Imbrium noch gröfser und dabei wieder kreisförmig annehmen, so hätte die ganze Alpenkette an dieser Senkung teilnehmen müssen, ohne ganz eingetaucht zu werden. Die wesentlich geringere Höhe der Alpengipfel im Vergleich mit Kaukasus und Apennin unterstützt diese Theorie.

Die stahlgraue Farbe, in welcher der gröfsere Teil des Mare Serenitatis erscheint, dehnt sich auch an zwei Stellen auf die umgebenden Gebirge aus, nämlich im Südosten und im Nordwesten, hier schon nahe der Tagesgrenze. Die Verfasser sehen diese Gebirgsteile als jüngeren Ursprungs an, indem sie noch unter der flüssigen Decke des Meeres geschützt lagen, als die vulkanische Asche von den benachbarten tätigen Vulkanen herüberwehte und im Meere spurlos verschwand. Erst als die Vulkane erloschen waren, tauchten sie infolge inneren Druckes auf und erhielten so den stahlgrauen Ton, den das allmählich erstarrende Meer annahm.

Alle Bergketten dieser Gegend sind durch Quertäler, die man bei genauerem Zusehen leicht erkennt, in Rechtecke geteilt; so der Kaukasus in vier solcher, wobei freilich das südlichste seine Südwestecke infolge von Senkung an das Mare Serenitatis bis auf einen isolierten Berg hat abgeben müssen. In den Alpen schneidet das grofse Quertal, die „Gletscherspalte“, die 150 km Länge und 4 km Breite hat und recht wenig glücklich so benannt worden ist, in dem oberen Teile ebenfalls ein Rechteck ab. Diese rechteckige Gliederung der Gebirgsstöcke, die so gar keine Ähnlichkeit mit dem Aufbau unserer irdischen Gebirge hat, bei denen sich die auswaschende Tätigkeit des Wassers

in der regelmäfsigen Talgliederung zeigt, erklären die Verfasser auf folgende Weise: Als die Mondoberfläche noch ganz glutflüssig war und eben zu erkalten begann, bildeten sich auf ihr einzelne Erkaltungsschlacken, die auf der glutflüssigen Masse durch die Winde einhergetrieben wurden. Wie nun auf unseren Seen Eisschollen, die gegeneinander getrieben werden, hervorstehende Zacken ihrer Ränder so lange abstofsen, bis sie eine nahezu geradlinige Kante erhalten haben, dann aber längs dieser Kante zusammenfrieren, so fanden auch „Lötungen“ der Mondschollen längs gerader Linien statt. Die noch bestehenden zusammengelöteten Teile haben das höchste Alter unter allen Mondformationen. Die trennenden „Lötstellen“ der Apenninen und des Kaukasus gehen verlängert durch die Randwälle mehrerer grofsen Krater. Das pafst gut zu der Theorie der Verfasser, weil diese Lötstellen schwächer sind als ihre Umgebung und auftreibenden Kräften von unten sich leichter öffnen.

Sowohl die Alpen wie die Apenninen tragen auf ihrer höheren, nach dem Mare Imbrium steil abfallenden Seite eine grofse Anzahl Krater, deren Öffnungen man auf unserem Blatte bei dem hohen Sonnenstande nicht sieht, da die Innenwände wohl mit stark das Licht reflektierender Lava bedeckt sind. Aber auch die grofsen Krater Autolycos und Aristillus müssen tätig gewesen sein, wie man aus den starken Aschenanhäufungen in ihrer unmittelbaren Umgebung sieht, namentlich sind diejenigen in der Wallebene Archimedes, deren ebenes Innere mit vier weifsen, nicht ganz parallelen Streifen überzogen ist, deren beide obere von Autolycos, deren untere von Aristillus herzukommen scheinen, als vom Winde herbeigewehte Auswurfsprodukte zu betrachten. Ganz gewaltig ist infolge dieser Aschenstreifen der Kontrast zwischen den sonst sich gleichenden Wallebenen Archimedes und Plato. Wenn auch Plato so ganz schwarz ist, so beweist dies nach Auffassung von Loewy und Puiseux doch nicht, dafs er von keiner verwehten Asche erreicht wurde, sondern dafs sein Inneres noch flüssig war, als die umliegenden Vulkane tätig waren, und dafs deren Asche spurlos darin versank.

Während wir auf den anderen 3 Blättern grofse Meere oder wenigstens Meeresteile erblickten, fehlen diese auf Blatt XVIII (Fig. 4), welches den Südpol des Mondes im letzten Viertel, also nur die Osthälfte desselben bei untergehender Sonne darstellt, ganz. Auch Bergketten fehlen hier, es ist eine zusammenhängende Kratermasse. Wieder sind die Krater infolge der Nähe des Mondrandes perspektivisch zu Ellipsen deformiert. Der streifende Einfall des Lichtes namentlich

im Weeten der dargestellten Gegend läfet die Schatten lang hinfallen und erlaubt daraus, mit Sicberheit die Höbe der schattenwerfenden Objekte zu berechnen. Gerade in der Nähe des Südpols finden sich die gröfeten Bodenerhebungen. Dort liegt, ganz oben auf der Karte, der Krater Newton, bei dem der viergezackte Schattenwurf auf dem unebenen Boden des Innern die Konturen dee Oetwalles abzeichnet. Da auch der beleuchtete Weetwall die gleiche Höhe hat, und die Sonne bei der Polnähe des Objekts eich kaum zu 20° echeinbarer Höbe über den Horizont dieser Gegenden erhebt, so werden die tiefsten Stellen dee Kraterinnern nie von einem Sonnenetrahle getroffen. Auch die Erde eieht man von dort niobt. Umgekehrt iet das Hochplateau, welcbee südöstlioh von Newton über den Mondrand emporragt, über 3000 m boch und dabei dem Pole so nahe, dafe es stets von den streifenden Sonnenetrahlen getroffen wird. Dieee kommen ihm auch, wenn alle Täler ringeum in Nacht liegen, nooh von jeneeits des Polee zu. Ee bildet eine Erhebung der Dörfelberge, die hier dem Mondrand entlang laufen und mehr im Osten eine noch beträchtlicbere Bergmaeee über den Rand emporragen laseen; für letztere hat Mädler eine Höhe von 8000 m berecnet, wohl die gröfste auf der sichtbaren Mondbälfte.

Unter den Wallebenen iet die dee Clavius, ungefähr in der Mitte der Lichtgrenze, weitaus die gröfete und interessanteete. Sie iet nicbt etreng elliptiech, sondern bat eine mehr rhomboidale Form, wie übrigens manche der Krater in dieser Gegend, unter andern die fast genau in gerader Richtung liegenden 5 Krater Gruemberger (deseen Inneree ganz im Schatten liegt bie auf den Weetwall), Blancanus, Scbeiner, Röet und Schiller (am rechten Rande, nur halb eicbtbar), deren Verbindungslinie eüdlicb an Claviue vorbeistreift. Diese Anordnung iet eine Stütze der Schollentheorie der Verfaseer. Der Randwall dee Claviue ist doppelt, aber an vielen Stellen zerstört, namentlicb an der Nordseite, wo der innere Wall nur noch aus einer Reihe einzelner Zacken bestebt, und in der Mitte dee Südrandee; letztere iet durcb Senkung verechwunden, so dafs nun eine Reihe von Furcben von dem ebeuen Kraterinnern nach Süden führt. Zwei Ringgebirge vulkanisoben Ureprungs eind in den weetlichen Teil dee Randwallee oben und unten eingebaut, deren Zentralberge eben noch aus dem tiefen Schattenwurf herausragen. Beeonders hoch iet der Westwall dee zwiechen beiden eingebauten Kraters Claviue D, dessen langer Schattenkegel an der inneren Böechung dee Weetwalles des Hauptkraters emporklettert. Die vielen ganz kleinen Krater, die den Boden von Claviue übereäen,

können nach den Verfassern teilweise als Löcher angesehen werden, welche Meteore von riesiger Gröfse in den Kraterboden geschlagen haben. Diese Meteore sausen auf den luftlosen Mond in unverminderter Geschwindigkeit und Gröfse herab, während die Lufthülle der Erde ihre Wucht hemmt und sie zerspringen läfst und so die Erdkruste vor ihnen schützt. Erwähnt sei noch die sehr grofse Wallebene Longomontanus, nordöstlich von Clavius, wegen des ebenfalls doppelten Randwalles, der zahllose kleine Krater auf seiner Kammlinie trägt und im Norden mit dicht aneinandergebauten Kratern gefüllt ist. In der linken unteren Ecke der Tafel (Fig. 4) liegt, ebensoweit von unten wie vom linken Rande entfernt, der Tycho, der bei hohem Mittagsstande der Sonne ein Mittelpunkt weit über die Mondoberfläche hinlaufender Strahlensysteme ist, von denen hier bei untergehender Sonne nichts zu sehen ist. Gerade die oberste Spitze seines Zentralberges ragt aus dem Schatten, der das ganze Innere bis zum Fufse des Westwalles füllt, heraus. Würde der Zentralberg genau in der Mitte der Schattenerstreckung liegen, so würde aus dieser Tatsache für ihn die halbe Höhe des schattenwerfenden Ostwalles folgen, da er nun ein wenig weiter entfernt liegt, so ist er etwas niedriger als die halbe Höhe des Ostwalles. Von der früheren starken eruptiven Tätigkeit des Tycho zeugt nach den Verfassern die weifsgraue Färbung der nördlich und östlich von ihm gelegenen Partien im Gegensatz zu der dunkelgrauen der oberen Hälfte. Diese sollen Asche darstellen. Ein aufmerksames Auge findet z. B. über den Boden des Longomontanus zwei, über den des davon nördlichen Wilhelm I einen Aschenstrich hinlaufen, die genau auf den Zentralberg des Tycho zielen.

Nachdem wir dem Leser durch die Beschreibung der vier reproduzierten Mondphotographien die Beweise für die Einzelheiten der Loewy- und Puiseuxschen Mondbildungstheorie an die Hand gegeben haben, können wir jetzt an eine zusammenhängende Darstellung dieser im wesentlichen vulkanischen Theorie gehen. Einer vulkanischen Deutung der Mondgebilde sind zwar von jeher zwei Argumente entgegengehalten worden: erstlich der beträchtliche Durchmesser der grofsen Ringgebirge des Mondes, von rund 100 Kilometern, welcher alle die Erdvulkane so gewaltig übertrifft; zweitens das Fehlen einer Atmosphäre auf dem Monde, während doch jeder Ausbruch eines Erdvulkans von Gas- und Wasserdampfausbrüchen begleitet ist. Wo aber ist auf dem Monde dieses Wasser, wo sind die Gase geblieben, die eine Atmosphäre um ihn weben müfsten. Aus deren Fehlen frei-

lich kann man nur folgern, dafs jetzt auf dem Monde keine vulkanischen Kräfte in grofsem Mafsstabe mehr wirksam sein können, nicht aber, dafs dies auch früher so gewesen. Tatsächlich nehmen die Verfasser die Existenz von Wasser und Luft zu früheren Zeiten

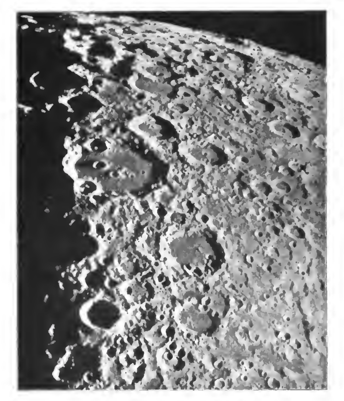


Fig. 4. **Südpol, Clavius, Longomontanus.**
(Tafel XVIII. Loewy und Puiseux.)

auf dem Monde an. Teils sind beide nach ihrer Ansicht bei der Gesteinsbildung von dem Mondinnern gebunden worden, teils sind sie, die Luft zuerst, später der Wasserdampf, der sich aus dem Wasser infolge fehlenden Druckes von oben bildete, dem Monde durch die Atomgeschwindigkeiten dieser Gase entführt worden. Diese Atomgeschwindigkeiten übertreffen nämlich im Maximum die Geschwindig-

keit, mit welcher ein vom Monde direkt fortgeschleuderter Körper von ihm sich entfernen mufs, um die Anziehungskraft zu überwinden. Diese Geschwindigkeit beträgt nämlich beim Monde nur 2400 m. Aufserdem erscheint es nicht ausgeschlossen, dafs der Mond noch jetzt eine sehr dünne Atmosphäre besitzt, denn die Sternbedeckungen geben einen etwas kleineren Wert für den Monddurchmesser als direkte Durchmesserbestimmungen. Wenn nämlich durch eine geringe Ablenkung der von dem Fixstern kommenden Lichtstrahlen der bereits hinter den Mond getretene Stern noch sichtbar bleibt und anderseits vor dem geometrischen Austritt des Sternes auf der anderen Seite der Scheibe die Strahlenbrechung den Stern bereits sichtbar werden läfst, so wird die Bedeckungszeit und damit der daraus herechnete Monddurchmesser zu klein erhalten. Anderseits mufste wegen der rascheren Abkühlung des kleineren Mondes die Menge eingeschlossener Gase eine relativ stärkere sein als auf der gröfseren Erde, und dies würde in Verbindung mit der geringeren Schwerkraft eine vulkanische Tätigkeit begünstigen. Dazu kommt endlich, dafs der Mond sich aus den äufsersten Schichten des noch glutflüssigen Erdballes losgelöst hat, welche die leichteren Stoffe enthielten — tatsächlich ist sein spezifisches Gewicht nur $^5/_8$ von dem der Erde —, so dafs auch seine Kruste leichter zu durchbrechen ist als diejenige unseres Planeten.

Nimmt man mit den Verfassern an, dafs hiermit die Einwürfe gegen ihre vulkanische Theorie hinreichend widerlegt sind, so kann man ihnen auf ihrem Gedankengang folgen, der nun auch sofort die Entstehung der Mondgebilde chronologisch ordnet. Zuerst erschienen auf der glutflüssigen Masse Erkaltungsschlacken, die, von Strömungen hin- und hergetrieben, miteinander zusammenstiefsen und schliefslich längs geradlinig abgestofsener Kanten miteinander verschmolzen; die Verbindungslinien sind aber sichtbar geblieben und werden durch die Photographien oft auf weite Strecken der jetzigen Mondoberfläche klargelegt. Eine zweite selenologische Epoche beginnt, nachdem auch die von Schollen freigebliebenen Teile der Rinde erstarrt waren. Hatte nämlich damals der Mond noch nicht eine Umdrehungszeit, die seiner Umlaufszeit um die Erde gleich war, so erzeugte die Erde in seinem gutflüssigen Innern eine Flutwelle, ähnlich wie sie der Mond in der irdischen Wasserhülle erzeugt, und der Druck dieser Flutwelle gegen die noch schwache Rinde vermochte diese zu durchbrechen und zu überfluten. Die erstarrten, ausgetretenen Massen verdecken die früher sichtbaren Lötlinien und erzeugen den Anblick einer zusammenhängenden Ebene. Nachdem nun die Rinde allmählich fester geworden

ist, vermögen in der **dritten** Periode nur starke Drucke sie emporzuheben. Haben diese Drucke ihr Zentrum in einer gewissen Tiefe, etwa in einer starken Gasentwickelung, so wird der Druck sich kugelförmig um dieselbe fortpflanzen, also auch die Oberfläche des Mondes zu einem Kugelsegment emporzuwölben sich bestreben. Ein Kugelsegment setzt aber auf der kugelförmigen Mondoberfläche selbstverständlich in einem Kreise auf, und damit ist ungezwungen die Kreisform aller Wallebenen und Ringgebirge erklärt. War nämlich der Druck so stark geworden dafs er die emporgewölbte Rinde durchbrach und die eingeschlossenen Gase entwichen, so stürzten die Bruchstücke des Kugelsegments in die Tiefe, während rings ein kreisförmiger Wall stehen blieb. Die Bruchstücke schmolzen in der glutflüssigen Lava wieder ein und bildeten nach der Erstarrung eine vollkommene Ebene; denkbar ist aber auch, dafs bei schrägem Einsturz eines solchen Bruchstücke eine Ecke emporgerichtet blieb und nun einen Bergkegel im Innern einer Wallebene darstellt, um den rings die Lava glatt verschmolz.

In der **vierten** Periode bilden sich nun durch stärkere Zusammenziehung des flüssigen Innern gegenüber derjenigen der festen Rinde gewaltige Hohlräume, in welche grofse Gebiete der Oberfläche sich auf einmal oder in mehreren Etappen hineinsenken: so entstehen die grofsen Meere. Über die eingesunkenen Gegenden flutet die innere Lava hinweg und nivelliert alles, blofs die höchsten Gebirge ragen noch mit ihren Gipfeln als ein Inselmeer über die allmählich vollkommen eben erstarrende Oberfläche empor. Fester und dichter wird die Rinde des Mondes, aber die chemischen Kräfte des glutflüssigen Innern ruhen nicht, doch setzt das feste Gefüge der Oberfläche jetzt den Gasentwickelungen einen energischeren Widerstand entgegen. Erst wenn der innere Druck zu stark geworden ist, siegt er, dann aber explosionsartig, und wirft einen regelrechten, feuerspeienden Vulkan an der Oberfläche auf. Er benutzt dabei vorzugsweise die weniger widerstandsfähigen Stellen der Rinde, also die alten „Lötstellen", die Bergkränze, welche die Meere, und die Kämme, welche die Wallebenen einschliefsen, deren Gefüge bei benachbarten Einstürzen gelockert sein mochte, auch die feinen Adern, welche die Meere überziehen. In dieser **fünften** Periode war der Mond mit zahlreichen, tätigen Vulkanen bedeckt, und ihre Asche wurde durch die Winde in der damals noch vorhandenen Atmosphäre geradlinig fortgetragen und lagerte sich in Streifen ab. Dafs die so erzeugten glänzenden Striche nicht Eis sein können, leuchtet ohne weiteres ein, da die Temperatur der äquatorialen

Gegenden des Mondes um Mittag nach Very[4]) auf 180° C. steigt, die Streifen aber beständig sind. Nasmyth und Carpenter haben die gröfseren von ihnen für Bodenspalten erklärt, die durch starken Druck von einem Punkte aus strahlenförmig geöffnet worden seien; in diese drang die Lava ein und erzeugte beim Erstarren eine besonders glänzende Oberfläche. Doch wird diese Theorie durch einen Blick auf die Loewy- und Puiseuxschen Photographien wiederlegt. Nur vom Wind getragene Asche kann sich so verteilen, wie das Auge es hier sieht. Bewiesen wird dies vor allem dadurch, dafs die Aschenstriche, wenn sie einer Gebirgswand begegnen, dieselbe zwar überschreiten, vor der Bergwand aber breiter werden und hinter ihr dünner wieder anfangen, genau wie es sein mufs, da die niedrigen Winde die Asche gegen die Bergwand werfen, die sie an sich heruntergleiten liefs. Hingegen schützte die Wand die unmittelbar hinter ihr befindliche Ebene vor Asche. Anderseits sind die Streifen bisweilen durch Meere oder das Innere grofser Wallebenen unterbrochen, denn die dort einfallende Asche sank, als die betreffenden Flächen noch nicht erstarrt waren, spurlos unter. Wegen der Rolle, die der Wind bei der Ausbreitung der Asche spielte, die wieder ohne Luft nicht denkbar war, können wir nun zwischen älteren und jüngeren Vulkanen unterscheiden; sobald die Atmosphäre so dünn geworden war wie jetzt, konnten keine weiten Aschentransporte mehr stattfinden, und die Auswurfsprodukte mufsten sämtlich in unmittelbarer Nähe des Auswurfskraters niederfallen, was natürlich vorher auch schon, jetzt aber ausschliefslich geschah. So wird man Copernicus für jünger halten als Tycho, dessen Aschenstreifen mehr als den vierten Teil eines gröfsten Kreises einnehmen, Kepler wieder für jünger als Copernicus. Das glänzende Licht der Abhänge dieser bei Vollmond so prächtig strahlenden Krater mag von übergeflossener Lava herrühren. Verlegt man anderseits die Bildung einzelner Hauptvulkane auch in Epochen zurück, wo das Innere der Wallebenen noch nicht fest geworden war, so kann man von mehreren in der Aschenflugrichtung desselben Vulkans liegenden Gebilden das relative Alter feststellen, je nachdem die Gebilde die Asche zeigen, also damals fest waren, oder nicht. So ist im Gebiete des Tycho Clavius älter als Longomontanus, und dieser wieder älter als Pitatus, ebenso ist das Mare Humorum älter als das Mare Nubium.

Noch einen anderen Mafsstab für den Altersunterschied der Mondgebilde gewährt ihr relativer Erhaltungszustand. Seit die Atmosphäre

[4]) Astrophysical Journal vol. VIII p. 199. u. 265.

des Mondes so dünn geworden ist wie jetzt, ist die Oberfläche noch stärker als vorher Temperaturschwankungen im Laufe eines Mondtages, also innerhalb $29^1/_3$ Erdtagen ausgesetzt, Schwankungen, die jetzt von 180° über Null im Mittag bis auf wenigstens 200° unter Null während der 14tägigen Nacht gehen, und diese müssen zerstörend auf das feste Gefüge der Gesteine der Kraterwände wirken. Die durch Ausdehnung und Zusammenziehung abgesprengten Stücke müssen herunterrollen und der Bergkamm ein immer mehr zackiges Aussehen bekommen. Je wilder und zerrissener also ein Ringgebirge ist, desto älter wird es relativ sein; auch dies beweist das hohe Alter des Clavius.

Soll man nun die Kräfte, welche nach den Verfassern in diesen fünf Perioden das Antlitz des Mondes gefurcht haben, als hiermit erloschen annehmen, so dafs die sechste Periode nur die Gesteinszerbröckelung unter der Wärmeschwankung umfafst, oder wird immer noch Zug um Zug von dem feinen Grabstichel der Zeit in das uns strahlend zugewandte Gesicht unseres Satelliten gegraben? Ist der Mond tot oder altert er weiter? Mit anderen Worten, finden noch Veränderungen auf dem Monde statt? Dafs der Mond für höher organisiertes Leben tot ist, erscheint fraglos; nicht so leicht läfst sich entscheiden, ob aber auch für das niederste Leben, für das Wachstum von Algen und Moosen, immer die Anwesenheit stark verdünnter Luft und geringer Feuchtigkeit vorauszusetzen ist. Hierfür ist es bezeichnend, dafs Farbenänderungen gewisser Mondgebiete sich mit steigender Sonne vollzogen haben, die als solche sowohl von direkten Beobachtern, wie auch von Loewy und Puiseux als Helligkeitsänderungen photographiert und bei der Vergleichung mehrerer Platten derselben Gegend, die unter verschiedenen Beleuchtungsphasen standen, entdeckt worden sind. Da der Tag des Mondes und sein Jahr identisch ist, nämlich gleich einem synodischen Umlauf, so würde durch eine bescheidene Vegetation, deren Wachstum sich der gleichen Periode einfügen mufs, eine solche Farbenänderung erklärbar sein. Auch das Dunklerwerden des Plato mit steigender Sonne ist vielleicht hierher zu rechnen. Sollte die vollkommen ebene, dunkle Fläche, auf der gar kein Aschenstreifen liegt, noch nicht ganz fest sein, so müfste sie allerdings mit inneren Wärmequellen in Verbindung stehen, wie der rote Fleck auf Jupiter, wie der Feuersee des Kilauea, an welche diese Fläche merkwürdig erinnert.

Verlangen wir aber gröfsere Veränderungen auf der Mondoberfläche zu sehen, wirkliche Konturenänderungen seiner Gebilde, so ist diese Forderung schon sehr hochgespannt. Wir fragen zum Vergleiche,

was denn für Veränderungen an der Erdoberfläche vor sich gehen, die, aus Mondentfernung mit einem mittelstarken Fernrohr betrachtet, von uns noch bemerkt werden könnten. Es würde sich um Objekte von $1/2$ km Gröfse handeln. Wenn weiter beachtet wird, dafs wir alles direkt von oben, also stark verkleinert betrachten, so dürfte es zweifelhaft sein, ob wir z. B. die Zerstörung der Krakatauinsel 1883, von der ein Stück stehen blieb, und die Senkung des Auswurfskegels des Mont Pelé im Jahre 1901 in ihren Wirkungen vom Monde aus hätten beobachten können, wenn der eigentliche vulkanische Ausbruch zufällig nicht gesehen worden wäre, zumal wenn nur Zeichnungen des früheren Zustandes vorhanden gewesen wären, die man doch auch für unzuverlässig halten dürfte. Es mufs sich also um sehr beträchtliche Änderungen im Antlitz des Mondes handeln, wenn man dieselben als sicher konstatiert ansehen will.

Aber bei aller Vorsicht dürfen wir doch einige Veränderungen auf dem Monde als sicher konstatiert gelten lassen. Eine viel beobachtete Gegend unseres Trabanten ist das Rillensystem des Hyginus, das etwa 300 km nordwestlich der Mondmitte liegt. Innerhalb desselben entdeckte Klein in Köln am 19. Mai 1877 „einen grofsen schwarzen, schattenerfüllten Krater ohne Wall", den er früher in dieser Gegend nie bemerkt hatte, obwohl er sehr auffällig am Abhange eines kleinen Berges liegt. Dieser als Hyginus N bezeichnete Krater wurde darauf von mehreren Beobachtern konstatiert und seine Umgebung viel gezeichnet. Merkwürdigerweise fand Krieger dabei einen zweiten neuen Krater, den er Hyginus N' nannte, in dieser von ihm und den anderen so häufig durchforschten Gegend. Konnte man bei der ersten Entdeckung noch zweifeln, ob nicht ein blofses Übersehen des schon längst existierenden Kraters durch die früheren Beobachter vorlag, so nicht mehr bei dem zweiten Krater, nachdem die Gegend so oft untersucht war. Anderseits macht der zweite Krater auch die physische Entstehung des ersten plausibler, da in einer Gegend, wo einmal eine Veränderung eingetreten ist, eine zweite in dem beunruhigten Boden leichter möglich ist. Besonders beweiskräftig erscheint mir aber der Krater Linné im östlichen Teile des Mare Serenitatis (s. Fig. 3). Dieser Krater ist von Lohrmann und Mädler als ein Berg mit Krateröffnung in der Ebene des Meeres beschrieben worden. Er warf in der Nähe der Lichtgrenze einen so starken Schatten und trat so deutlich hervor, dafs er von beiden als Ausgangspunkt für Abstandsmessungen anderer Mondobjekte, als sogenannter Fixpunkt erster Ordnung, benutzt wurde. Auch Schmidt sah ihn bereits vor 1843 in dieser Beschaffenheit.

Später aber fand er ihn nur als einen weifsen Fleck wieder, der überhaupt keinen Schatten mehr warf, der also zu Messungszwecken völlig ungeeignet war. Hier mufste also inzwischen ein Ausbruch aus dem Krater stattgefunden haben. Die Lava überflutete die Abhänge, dachte sie so sanft gegen die Ebene ab, dafs kein Schattenwurf mehr möglich war und der Krater bei jeder Beleuchtung nur als weifser Fleck mit ganz kleiner Grube im Innern sichtbar ist. Die Veränderung ist deswegen unbezweifelbar, weil sich noch jetzt die Tätigkeit des Kraters Linné beobachten läfst. Pickering, der Direktor der Sternwarte des Harvard College, kam auf den Gedanken, den Durchmesser des Lichtfleckes Linné öfter und besonders vor und nach einer totalen Mondfinsternis messen zu lassen. Er fand ihn nach Ablauf der Verfinsterung stets gröfser als vorher. Bei einer Messung 1898 bestimmte Douglass so eine Vergröfserung des Lichtfleckes um 0″.57, etwa $\frac{1}{4}$ des Durchmessers. Bei der Finsternis vom 16. Oktober 1902 aber fand eine Verdoppelung der Gröfse des Lichtfleckes statt, die sogar direkt auffällig war, so dafs Linné nach Aufhören der Finsternis nur durch seine Lage gegen andere Krater erkennbar war, nicht aber durch sein Aussehen allein. Die Messungen seines Durchmessers geschahen mit dem Fadenmikrometer und begannen $3\frac{1}{2}$ Stunden, bevor der Erdschatten Linné erreichte; sie gaben $2\frac{1}{2}$ Stunden lang unverändert den Wert 2″.7 im Mittel. Kaum aber hatte der Halbschatten der Erde, dem Auge nicht wahrnehmbar, wohl aber der Berechnung nach, Linné überschritten, als der Durchmesser ganz regelmäfsig gröfser wurde, und kurz bevor der Kernschatten Linné erreichte, ward 3″.22 dafür gemessen. Nun verschwand Linné in der Dunkelheit. Als er nach $2\frac{1}{2}$ stündigem Verweilen im Schattenkegel wieder im Halbschatten sichtbar wurde, hatte sich der Durchmesser auf 5″.6 erhöht. Die Messungen konnten, da Wolken dazwischen traten, nicht weit genug fortgesetzt werden, um zu beobachten, ob nun wieder eine Abnahme des Lichtfleckes stattfand. Eine 4 Tage später ausgeführte Messung ergab den Durchmesser zu 4″.61, also kleiner als unmittelbar nach Ende der Finsternis, doch immer noch gröfser als vor ihrem Beginn. Die Erklärung, die W. H. Pickering, der Beobachter der letzten Erscheinung hierfür gibt, ist folgende: Linné war vor der Finsternis „tätig", d. h. er spie zwar nicht Feuer, liefs aber eine Dampfwolke aus seinem Krater ausströmen, die als solche natürlich nicht von der Erde aus zu beobachten war. Als nun plötzlich die Mittagstemperatur — der Mond war $8\frac{1}{2}$ Tage alt —, welche rund + 180° betragen haben mag,

durch die Finsternis unterbrochen wurde, innerhalb deren die Temperatur wie in der Mondnacht auf — 200° heruntergeht, schlug sich der Wasserdampf als Eis auf den Krater ringsum nieder, welches von der die Öffnung umgebenden Lava in der Helligkeit nicht zu unterscheiden war, so dafs der Lichtfleck nachher entsprechend vergröfsert erschien. Vier Tage später hatte die Sonnenstrahlung erst einen Teil des Eises wieder verdampft. Dieser Vorgang ist schwer zu begreifen, und wir überlassen die Verantwortung für diese Erklärung ihrem Urheber. Es wird sich aber bei künftigen Finsternissen lohnen, den Durchmesser des Linné vor und nachher zu messen; auch Liebhaber können, wenn ihre Refraktoren Fadenmikrometer haben, hierbei mitwirken. Dafs aber Linné sein ganzes Aussehen verändert hat und noch verändert, läfst sich nicht mehr bezweifeln.

Es ist hier der Ort, einige Berichte über Beobachtung feuerspeiender Berge auf dem Monde aus dem Ende des 18. und dem Anfang des 19. Jahrhunderts der Vergessenheit zu entreifsen. Bei aller Vorsicht wird man nicht umhin können, zuzugestehen, dafs das, was die Beobachter, von denen drei durch ihre sonstige astronomische Tätigkeit über jeden Zweifel einer bewufsten oder unbewufsten Täuschung erhaben sind, gesehen haben, nichts anderes sein kann, als der Ausbruch eines tätigen Vulkans.

Wir geben zunächst die Berichte, die sich sämtlich in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London finden, der Zeitfolge nach auszugsweise wieder:

William Herschel berichtet im Jahrgang 1787 dieser Sitzungsberichte S. 229—231: „Am 19. April 1787 $8^3/_4{}^h$ abends bemerkte ich drei Vulkane an verschiedenen Stellen der dunkeln Seite des zunehmenden Mondes. Zwei waren schon nahe am Erlöschen (oder umgekehrt, sie bereiteten eine Eruption vor, was sich nach einem Mondumlauf entscheiden lassen wird). Der dritte zeigt gegenwärtig einen Ausbruch von Feuer oder leuchtender Materie. Sein Abstand vom Nordrand des Mondes wurde zu 3′ 57″.3 gemessen."

Am folgenden Tage $8^h\ 6^m$ abends brannte der Vulkan mit noch gröfserer Heftigkeit. Sein scheinbarer Durchmesser konnte der Schätzung nach nicht unter 3″ betragen und war mindestens doppelt so grofs wie der des 3. Jupitermondes, auf den Herschel, da Jupiter nahe stand, das Teleskop richtete. Der wahre Durchmesser der leuchtenden oder brennenden Materie mufs etwa 5 km gewesen sein. Die anderen beiden Vulkane lagen mehr nach der Mondmitte zu und glichen breiten, ziemlich schwachen Nebeln, deren Helligkeit nach

der Mitte stufenweise zunimmt, ohne scharf begrenzten leuchtenden Fleck. Der Erdschein gestattete damals Herschel, in seinem zehnfüfsigen Reflektor die Konturen der Mondgebilde auf der Nachtseite unseres Trabanten zu erkennen; er konnte die drei Vulkane deutlich von den ihm bekannten Formationen unterscheiden. Die Umgegend um den tätigen Vulkan war schwach von dessen Reflexlicht erhellt und wurde mit der Entfernung von ihm zusehends dunkler.

Diese Eruption glich einer früher von Herschel am 4. Mai 1783 beobachteten, nur dafs damals der Lichtfleck zwar viel heller (gleich einem Sterne 4. Gröfse für das unbewaffnete Auge), aber viel kleiner war. Einen genaueren Bericht über diesen früheren Ausbruch versprach Herschel demnächst zu geben, er ist aber unseres Wissens nirgends veröffentlicht worden.

Der Bericht über die nächste Erscheinung findet sich im Jahrgang 1794 S. 429—440 in vier Briefen des einen Beobachters, des Architekten William Wilkins zu Norwich, und in einer sorgfältigen Diskussion der Erscheinung nebst Mitteilung der Angaben des anderen Beobachters, des Bedienten Thomas Stretton zu Clerkenwell bei London, durch den Royal Astronomer, Rev. Nevil Maskelyne. Der Ort, an welchem ein Stern im Monde von beiden Beobachtern übereinstimmend gesehen wurde, ist in drei beigegebenen Zeichnungen dargestellt und würde zu dem von Herschel gesehenen Vulkan ungefähr passen, zumal beide Beobachter nur nach Augenmafs gezeichnet haben. Die Zeit war am 7. März 1794 gegen 8 Uhr abends. Der Stern war sichtbar, als beide Beobachter den Mond betrachteten, verschwand aber nach wenigen Minuten für ihr unbewaffnetes Auge für immer. Dieser Umstand würde dafür sprechen, dafs man es mit einer zu Ende gehenden Eruption eines Mondvulkans zu tun hat, und dafs nicht eine Verwechselung mit dem Stern Aldebaran vorliegen kann, der am gleichen Abend vom Monde bedeckt worden war — eine Möglichkeit, die Maskelyne streift. Zur Zeit der Beobachtung des Phänomens war Aldebaran seit einer halben Stunde wieder ausgetreten, und der eine Beobachter erklärt diesen Stern aufserhalb des Mondes gleichzeitig gesehen zu haben, während beide den für eine Eruption zu haltenden Stern deutlich innerhalb des Umkreises der vom Erdschein erhellten Partie des damals 5 Tage alten Mondes gesehen haben wollen. Maskelyne weist auf die Ähnlichkeit des von Herschel beobachteten, eben berichteten Phänomens hin und erwähnt, dafs auch Dominic Cassini einmal mit dem unbewaffneten Auge einen Lichtfleck in der Helligkeit eines Sternes 3. Gröfse im dunkeln Teil des Mondes beobachtet habe.

Die beiden letzten derartigen Erscheinungen stammen aus dem Jahre 1821, und zwar beobachtete zunächst Kapitän Henry Kater, wie er in den Transactions 1821 S. 130—132 berichtet, am 4. Februar auf dem 2 Tage alten Monde mit einem Newtonschen Fernrohr von $6^1/_4$ Zoll Öffnung und 74 facher Vergröfserung einen Lichtfleck. Derselbe stimmte nach einer angefertigten Zeichnung ungefähr mit der von Herschel und den Beobachtern von 1794 angegebenen Position überein und wurde von Kater mit der Mitte des Ringgebirges Aristarch am Ostrande des Mare Imbrium — er liegt zu südlich, um auf unserer Fig. 2 noch sichtbar zu sein — identifiziert. Es war $6^1/_2$ Uhr abends; der Lichtfleck hatte 3—4 Sekunden Durchmesser und glich einem kleinen Nebelfleck. Die Helligkeit war sehr wechselnd. Ein leuchtender Punkt gleich einem Sterne 6. bis 7. Gröfse erschien in seiner Mitte und verschwand ebenso plötzlich wieder mehrmals innerhalb weniger Sekunden. Am folgenden Abende liefs Kater, der persönlich verhindert war, durch zwei Freunde das Phänomen beobachten, die es wahrnahmen, wenngleich in geringerer Helligkeit, woran indessen die geringere Durchsichtigkeit der Luft Schuld sein konnte. Am 6. Februar beobachtete Kater wieder selbst und zeigte die Erscheinung, die noch schwächer geworden war, einem andern Mitglied der Royal Society. Das sternartige Aufleuchten inmitten des hellen Flecks war weniger häufig. Am 7. Februar war das Phänomen noch schwächer geworden und hätte von einem Beobachter, der seinen genauen Ort auf dem Monde nicht kannte, kaum wahrgenommen werden können; doch mochte dies ebenso eine Folge des überstrahlenden Lichtes des immer mehr zunehmenden Mondes sein, der inzwischen fünf Tage alt geworden war, wie auf einer wirklichen Abnahme beruhen.

Die andere Beobachtung aus dem gleichen Jahre 1821 ist in Kapstadt gemacht und in den Transactions 1822 S. 237—238 mitgeteilt. Sie rührt von Rev. Fearon Fallows her, dem ersten Direktor der später so tätigen Kapsternwarte. Mit unbewaffnetem Auge sah der junge Astronom am 28. November 8 Uhr abends bei herrlich klarem Himmel einen weifslichen Fleck auf der dunkeln Seite des Mondrandes; der Mond war 4—5 Tage alt. Sein Assistent Fayror bestätigte die Wahrnehmung des in beträchtlichem Glanze leuchtenden Flecks. Rev. Fearon Fallows besafs damals überhaupt noch kein Fernrohr, doch lieh ihm sein Assistent einen 4füfsigen Dollond von 100facher Vergröfserung, und nun sah er den bereits vorher wahrgenommenen Fleck in der Helligkeit eines Sternes 6. Gröfse und drei andere viel kleinere von denen jedoch einer heller leuchtete als der zuerst allein erblickte

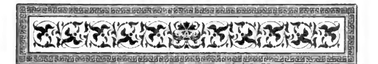
grofse Fleck. Dieser grofse Fleck war von einer nebelartigen Erscheinung umgeben, der kleine glänzende dagegen nicht. Die heiden anderen kleinen schwächeren Flecke glichen kleinen Neheln ohne zentrale Lichtpunkte, nur mit Helligkeitszunahme gegen die Mitte. Am folgenden Ahende, den 29. November, war der grofee Fleck mindestens ebenso hell wie vorher, der kleine glänzende Fleck aber war verschwunden, die heiden anderen waren fast unsichtbar. Von diesem Tage an war ee trühe. Leider gibt Fallows die Position des Kraters nicht genauer an; man kann aus seiner Ausdrucksweise nur schliefsen dafs derselbe unweit dee Mondrandes gelegen war. Es könnte also wohl derselbe Aristarch sein, den auch Kater gesehen hatte

Es erschien gerechtfertigt, die Berichte üher diese Wahrnehmungen auf dem Monde in solcher Ausführlichkeit und unter möglichst wortgetreuer Wiedergabe des englisoben Ausdrucks hier anzuführen, denn sie sind in keiner neuen Mondbeschreibung erwäbnt und echeinen überhaupt völlig in Vergessenheit geraten zu sein. Liest man sie sorgfältig durch, so kann man in ihnen nur die getreue Scbilderung des Ausbruches von Mondvulkanen erkennen. Die Nebelflecke sind Rauch- und Aschenwolken, die über den Kratern echweben; der darin aufblitzende Lichtkern ein neuer Ausbruch, die leuchtenden Flecke ohne umgehenden Nebel eben ausgetretene, noch glühende Lava, die matten Nebelflecke ohne Lichtkern vielleicht bereits weggewehte Ascbenwolken.

Wären dieee Berichte der Philosophical Transactions bekannter gewesen, so würde der Zweifel an der Realität der ohen geschilderten kleinen Änderungen auf dem Monde, die durch Ungenauigkeiten der Zeicbnungen zu erklären seien, eich weniger sicber hervorgewagt haben. Was Herechel, Kater und Fallowe gesehen hahen und mit ihrem Namen decken, beruht auf keiner Sinnestäuschung. Die meisten der herichteten Ausbrüche lassen eicb auf Aristarch hezieben, deesen letzte von Menschen beobachtete Tätigkeit somit üher 80 Jahre zurückliegt. Man könnte dann durch nichts die Annahme rechtfertigen, dafs 1821 üherhaupt der letzte Ausbruch des Vulkans stattgefunden hahe, und es müfste als durchaus möglich bezeichnet werden, dafs diese oder eine der kommenden Generationen von Erdbewobnern Zeuge wird, wie von neuem das jugendliche innere Feuer unseree oft für tot erklärten Trabanten die scbeinbar starre, aber vielerorts noch lockere Kruste durchbricht. Da eolche Wahrnehmungen kaum möglich sind, wenn die betreffende Mondgegend Tag hat, eo sollte es hei Beohaobtungen am unvollständig erleuchteten Monde zur Regel ge-

macht werden, auch den dunklen Mondpartien einen prüfenden Blick zu schenken, um festzustellen, ob nicht ein Lichtpünktchen die Tätigkeit eines kleinen Vulkans verrät. Die Anfertigung einer genauen Zeichnung, die Gegenwart von Zeugen, denen nicht gesagt wird, was sie sehen sollen, ist dann im Falle einer solchen Wahrnehmung die Hauptsache. Mit dieser Überwachung der dunklen Mondseite fällt wieder dem Liebhaber der Astronomie ein dankbares Arbeitsgebiet zu, dankbar insofern, als sich wissenschaftliche Forschung und ästhetischer Genufs dabei vereinigen. Denn stets von neuem lohnend ist ein Blick in das Antlitz des treuen Begleiters der Erde, und um wie viel mehr, wenn wir hoffen dürfen, die scheinbare Todesstarre desselben durch neue Lebensregungen durchbrechen zu sehen.





Im Reiche des Äolus.

Von Dr. **Alexander Rampelt**-Taormina.

(Fortsetzung.)

Den folgenden Tag benutzte ich — wieder unter Giovannis Führung — zu einem Ausflug nach dem Bimssteingebiet im Norden. Es umfaſst etwa ein Drittel der 38 Quadratkilometer groſsen Insel. In dem Fischerdorf Canneto, das wir über einen kleinen Paſs westlich vom Monte Rosa erreichten, suchte ich zunächst das Kontor der Bimssteinexportfirma Haan (Dresden) auf, an deren Prokuristen, Herrn Schubort, ich eine Empfehlung hatte. Er empfing mich als engeren Landsmann sehr liebenswürdig. Aber wie erstaunte ich, als er mich zwei weiteren Herren aus Chemnitz und Kötzschenbroda vorstellte! In diesem abgelegenen Inseldorf drei Sachsen auf einmal! So sehr ich mich freute, nach langer Zeit die so melodischen Laute meiner Heimat wieder zu vernehmen, trennte ich mich doch bald, da ich sah, daſs die drei Sachsen teils mit mehreren Leuten zu verhandeln, teils Wichtiges zu schreiben hatten — Verträge, die ein Notar dem Chemnitzer und einem italienischen Schreiber zugleich diktierte. „Wir haben eine groſse Sache vor. Ich erklär' es Ihnen später. Sie essen doch mit uns zu Mittag?"

Das nahm ich dankend an und schritt mit Don Giovanni fürbaſs. Zunächst noch an der weiſsen Häuserfront von Canneto den Strand entlang, auf den sich weit vorlagernden grauweiſsen Bimssteinberg, den Monte Pelato zu. Am Ende des Dorfes führt ein gepflasterter Saumpfad steil empor nach dem Weiler Canneto Superiore und von da in die Fossa bianca, den „weiſsen Graben", ein Tal zwischen dem Monte Pelato und dem anderen Bimssteinberg, dem Monte Chirica. Der Eingang des Tales ist „wildromantisch". Weiſse Wände, mit Ginster bewachsen, fallen rechts und links ab. Sie gleichen infolge der starken Erosion ein wenig den Sandsteinbildungen der sächsischen Schweiz. Später weitet sich das Tal, bei einer neuen stattlichen Kirche präsentiert sich zum ersten Male der mächtige, nach

Süden aufgebrochene Monte Chirica. Auch er scheint von oben bis unten aus Bimsstein zu bestehen.

Er scheint — in Wahrheit bilden, wie Bergeat in seinem Werk S. 96 und S. 117 nachgewiesen hat, das Gerüst des Monte Chirica basaltähnliche Laven, das des Monte Pelato alte Obsidianmassen, welche beide durch den später darauf erflossenen Bimsstein nur verhüllt werden.

Hier nun ist alles grauweiß, wie schmutziger Frühlingsschnee. Der Pflanzenwuchs an den Abhängen ist sehr kümmerlich. Hingegen gedeihen im Talboden auf dem Bimssteingrund vorzügliche Reben. Weiterhin fand ich Kartoffeln, Erbsen und andere Gemüse angebaut. Die Ursache dieser unerwarteten Fruchtbarkeit schreibe ich der starken Bewässerung zu, die das ringsum abgeschlossene Tal ermöglicht. Wenn von den zahllosen ausgewaschenen Rissen und Rillen der Bergwände das Wasser der langen, ergiebigen Winterregen niedergeht, so ist es leicht, große Mengen davon auf die Felder abzuleiten. Vermöge seiner Porosität saugt es der Bimssteinboden auf und bewahrt es lange Zeit noch in geringer Tiefe.

Schon beim Aufstieg waren uns Männer und Weiber, einmal ein Zug von acht Mädchen begegnet, die in Säcken oder Körben das kostbare Gestein aus den Bergwerken nach Canneto hinuntertrugen. Den Kopf bedeckt eine kolossale Haube aus grober Leinwand, wie eine Kapuzinerkappe geformt. Sie schützt die Augen vor dem feinen Staub und, tief auf den Rücken niederfallend, schont sie auch die Kleidung. Bald holten wir drei Kinder ein, als sie in der gleichen Tracht, mit leeren Säcken über der Schulter, heraufstiegen. Die beiden Schwestern waren elf und neun, der Knabe, ihr Bruder, gar erst sieben Jahre alt. Don Giovanni meinte, durch das tägliche Lastentragen in so jungem Alter erhielten die Gestalten etwas Krummes und blieben im Wachstum zurück. Mir ist das kaum aufgefallen, zum mindesten habe ich hier nicht solch elend verbogene und frühwelke Krüppelkinder, ebensowenig bei den Erwachsenen solch abgezehrte und hoffnungslose Leidensgesichter wahrgenommen, wie in den sizilianischen Schwefelgruben.

Der Betrieb ist beim Bimsstein auch ein völlig anderer. Jeder, der hier Grund und Boden hat, schürft danach, sammelt die gefundenen Stücke, trocknet sie und verkauft sie dann an die Exporthäuser in Canneto. Ein großes Terrain besitzt die Gemeinde Lipari. Auf ihm hat jeder Bürger das Recht, den Berg überall anzubohren, wo er nur will. Doch geschieht das nicht unrationell, wie man auf den ersten Blick

anzunehmen geneigt ist, wenn man gleich den Löchern eines Schwammes die unzähligen Stollen besonders im Monte Pelato sieht, die in ihn hineingetrieben sind. Gewöhnlich gilt es nämlich erst eine grofse Schicht tauben Gesteins, wertloser Mischerde zu durchbrechen, ehe man auf reichhaltige Gänge kommt. So tun sich denn gewöhnlich zehn bis zwölf Leute zusammen und arbeiten auf Teilung. Oft gewinnen sie die ersten Monate kaum das Öl für die Lampe, aber dann erzielen sie in kurzer Zeit drei- bis vierhundert Lire.

Und auch die Gemeinde zieht einen erheblichen Nutzen. Sie hat an den Zugängen des Tales einen Wachtdienst eingerichtet. Die Wächter wiegen in ihren Holzbäuschen auf grofsen Wagen jeden Sack, der davongetragen wird, und stellen die Bescheinigung darüber aus. Weiter unten kontrolliert ein anderer städtischer Beamter Sack und Schein, prüft die Qualität und vermerkt sie auf dem Schein. Jeden Sonntag haben sich die Träger beim Zolleinnehmer (esattore) zu melden und die auf sie entfallende Steuer für die letzte Woche zu erlegen. Für je hundert Kilo werden im allgemeinen zwei Lire erhoben, für die besseren Sorten etwas mehr. Diese Abgabe hat dem Stadtsäckel früher in den guten Jahren über 100 000 Lire eingebracht, später freilich infolge falscher Spekulationen viel weniger. Die Krise ist noch nicht beendet, und eben die drei Sachsen unten in Canneto sind es, die sie einer glücklichen Lösung entgogen zu führen beflissen sind.

Als mir Don Giovanni diese Verhältnisse andeutete, wurde mir nicht nur klar, warum die Stadt Lipari einen so ansehnlichen Wohlstand aufweist, sondern auch, warum sie jetzt nicht einmal für die Fensterscheiben ihres Schulpalastes das nötige Kleingeld flüssig hat.

Wir stiegen in eine der Bimssteingruben. Ihre Stelle bezeichnen regelmäfsig eine gröfsere oder kleinere Halde des herausgebrachten tauben Gesteins und eine Holzhütte, worin Handwerkszeug, Körbe und der Proviant verwahrt werden. Neben der Hütte führt dann im Winkel von 45° ein Gang in die Erde. Die Stufen, im ganzen 260, waren niedrig (15 cm) und gut ausgetreten. Nur mufste man sich etwas bücken, um nicht oben anzustofsen. Wir hatten erst wenige der in Seitennischen alle zehn Schritt aufgestellten Lämpchen passiert, da begegneten uns mit vollen Körben auf dem Nacken Weiber, weifs, als ob sie aus der Mühle kämen, und Männer, nur mit Hose und der oben beschriebenen Sackhaube bekleidet. Braunrote, prächtig gebaute Körper zeigten nicht nur Burschen von vierzehn, sondern auch ein Mann von sechzig Jahren. In dieser Grube trägt jeder seine

Last von der Schürfstelle bis ans Tageslicht. In einer nahen größeren mit dreihundert Meter Tiefe, hörte ich, sind vier Zwischenstationen eingerichtet, wo die einzelnen Träger sich ablösen. Mühe und Erholung wechseln so in angemessener Weise. Man schont hier eben die Leute mehr, achtet in ihnen immer noch den Menschen. An der tiefsten Stelle unserer Grube, wo eine schöne, breite Ader weißglänzenden Gesteins (je weißer, desto kostbarer) hervortrat, saß ein Häuer in einer kaum ein und einviertel Meter hohen Höhle und schlug mit der Hacke von der Decke den Bimsstein los. Von jedem, auch nur leichten Hieb fiel ein Block von zwanzig bis dreißig Kilo herunter. Das sah etwas gefährlich aus und ist es auch. Denn manchmal bricht das angrenzende Gestein nach. Verschüttungen kommen alljährlich vor, und wenn sie unbemerkt bleiben, ist der also lebendig Begrabene unrettbar dem Erstickungs- oder Hungertode verfallen. Stütz- oder Deckbalken anzubringen, wäre viel zu kostspielig. Nur zu beiden Seiten und über der Stollenmündung werden ein paar Mauersteine, Gestänge und Gestrüpp eingefügt, damit das Regenwasser nicht eines schönen Tags das ganze Bergwerk zusammenschwemmt.

Wir kauerten uns mit unseren Lämpchen im Halbkreis um den Häuer herum und sahen eine Weile seiner Arbeit zu. Die Blöcke zerfielen meist am Boden schon in mehrere Stücke und ließen sich mit den Händen leicht zerbrechen. Ein Häuer arbeitet in dieser unangenehmen Stellung (sitzend oder hockend) sechs bis zehn Stunden täglich. Länger kann es keiner aushalten, schon infolge der schlechten Luft. Bei der mangelnden Ventilation dürfen sie ihre Lämpchen nur mit geruchlosem reinen Olivenöl tränken.

Wir atmeten befreit auf, als wir, weiß wie die Müller, endlich das liebe Himmelslicht wieder begrüßten, stäubten uns gegenseitig ab und setzten unsern Marsch zur Fossa delle Rocche rosse fort.

Von dieser luftigen Warte sieht man auf einen gewaltigen, dunkelroten Lavastrom (die rocche rosse) hernieder. Er ist einst aus dem geborstenen Krater, dessen höchste südliche Randumwallung heute der Monte Pelato darstellt, durch den Bimsstein hindurchgebrochen und bis ins Meer geflossen, wie man deutlich verfolgen kann. Das Grauweiß des Monte Pelato und das leuchtende Rot der Lava stimmen köstlich zusammen. Der obere Teil dieses breiten Stromes ist bereits bewachsen und trägt da, wo der Bimsstein ihn überkleidet, sogar einige Felder, Weingärten und die Häuser des dürftigen Örtchens Castagna. Den größten Gegensatz bietet der Blick nach der anderen Seite dem Meere zu, auf die Abhänge des Monte Chirica. Eine große, weiße

Wüste. Weiter unten, wo der Ginster schon Fufs gefafst hat, nehmen sich dazwischen die vegetationslosen Flächen aus wie riesige Linnen, zum Trocknen in der Sonne ausgebreitet. Merkwürdig fielen mir mitten in dieser durchaus hellfarbigen Umgebung die zahlreichen Stücke glasigen, pechschwarzen Obsidians auf, die in den Felsen eingesprengt waren oder auch lose auf dem Wege herumlagen. Ich las einige auf, das schönste ziert noch heute meinen Schreibtisch.

Köstlich von diesem Punkt ist aber auch die Aussicht in die Ferne, auf die westlichen und nördlichen Inseln. Nach dem Stromboli vor allem mufste ich immer wieder hinüberschauen. Starr, ungegliedert lag dies eigenartige Schattenbild über den Wassern. Trotz der grofsen Entfernung beobachtete ich genau, wie es zuerst eine dicke Wolkenhaube trug, die der Wind alsbald wegfegte. Dann erneuerte sich der Qualm — wohl das Zeichen, dafs wieder eine Eruption stattgefunden hatte. Ein unheimlicher Geselle, dieser Stromboli. Hingegen das nahe, freundliche Salina! Mit seinem herüberleuchtenden Städtchen Santa Marina, seinen überall verstreuten Bauernhäuschen, seinen reichen Malvasier - Pflanzungen bis weit hinauf zum sonnigstrahlenden Gipfel erschien es mir die Verkörperung eines uralten Ideales der Menschheit, eine von den glücklichen Inseln.

Vater Helios hatte schon den Zenith erklommen. Herrlich duftete in der Fossa bianca der goldene Ginster, umsummt von honigsuchenden Bienen, als wir nach einem letzten Blick in die Runde nach Canneto zurückwanderten.

* * *

Im Kontor wurden noch immer Verträge diktiert. Herr **Schubert** klärte mich bald darüber auf:

„Meine Firma erstrebt das Bimssteinmonopol der ganzen Welt und will zunächst auf zwanzig Jahre das Abbaurecht des gesamten Bimssteins auf der Insel pachten. Mit der Gemeinde habe ich schon abgeschlossen. Sie erhält 65 000 Lire jährlich, ohne dafür den kleinen Finger zu rühren. Sie ist gern darauf eingegangen; denn sie erzielte in den letzten Jahren infolge früherer Überproduktion so gut wie nichts. Auch mit etwa neunzig Grundbesitzern sind wir im reinen; das war ziemlich schwierig, weil die Leute meist nicht lesen und schreiben können und sehr mifstrauisch sind. Dazu die Verhandlungen im Inseldialekt, den ich allerdings leidlich beherrsche. Alle Grundstücke mufsten ausgemessen, der Boden auf Qualität und Quantität des Bimssteins untersucht und begutachtet werden. Von diesen neun-

zig Privaten bekommt der eine dreihundert, der andere fünfhundert Lire jährlich; es sind aber auch gröfsere Besitzer dabei, denen wir dreitausend, fünftausend, ja zehntausend Lire Pacht zahlen. Jeder will natürlich soviel als möglich herausschlagen. Nun gilt es noch mit etwa zwanzig abzuschliefsen — noch drei Wochen schwere Arbeit. Dann können wir der ganzen Welt die Preise diktieren."

„Wird denn nirgends sonst auf dem ganzen Erdball Bimsstein gefunden?"

„Nur noch auf Teneriffa. Der Teneriffa-pumice ist leichter, aber nicht so weifs, auch rauher und schärfer als der hiesige und weit poröser, hat also ein viel beschränkteres Absatzgebiet. Wir fürchten die Konkurrenz nicht."

„Wird die Überwachung nicht sehr schwierig und kostspielig sein?"

„Wir werden natürlich Kontrollbeamte anstellen. Ich kenne hier durch langjährigen Aufenthalt so ziemlich jeden, werde mir die zuverlässigsten aussuchen und sie gut bezahlen. Sie werden in der Hauptsache aber nur die Ausfuhr überwachen. So wird's einfacher. Die ganze Ausfuhr liegt in unseren Händen. Wer dabei betroffen wird, dafs er ohne unser Wissen und Auftrag das kleinste Stück Bimsstein verlädt, ist schon als Schuldiger entlarvt."

Ich konnte nicht umhin, den erst 27jährigen, ziemlich kleinen und zarten Herrn, der mir das alles mit geschäftsmäfsiger Ruhe auseinandersetzte, zu bewundern. Welche Energie in der Überwindung aller erdenklichen Schwierigkeiten und Hindernisse, was für eine diplomatische Begabung gehörte dazu, dieses Unternehmen zum glücklichen Ende zu führen! Und welche Umsicht und Berücksichtigung aller möglichen wichtigen Umstände hatte, ehe man überhaupt den ersten Schritt tun konnte, das kaufmännische Kalkül erfordert! Hier handelte es sich um Hunderttausende, die jährlich gewonnen, aber auch — verloren werden konnten, wie denn eine von den Insulanern vor einigen Jahren mit der gleichen Absicht gegründete Gesellschaft „Eolia" nach zwei Jahren bereits in Konkurs verfallen war, da sie es nicht erreicht hatte, sämtlichen Bimsstein in ihrer Hand zu vereinigen und so den Wettbewerb von vornherein zu ersticken.*)

*) Ich habe dieser Angelegenheit mehr Worte gewidmet, als ihr in einer wissenschaftlichen Zeitschrift vielleicht zu gebühren scheint. Aber ich halte das Bimssteinmonopol der Firma Haan in Dresden für ein geradezu glänzendes Beispiel deutscher Unternehmungslust im Auslande, das wohl auch weitere Kreise interessieren dürfte, und zugleich für einen erfreulichen Beweis, wie der deutsche Kaufmann Dinge, die früher nur die Engländer fertig brachten, jetzt auch zu bewältigen versteht.

Nach der gemeinsamen Tafel führte mich Herr Schubert in die Magazine und Arbeitsräume.

In grofsen Baracken lag das grauweifse Mineral bis an die Decke aufgeschichtet. Etwa ein Dutzend Mädchen und Frauen safsen herum und feilten faustgrofse Stücke. Die so von erdigen Bestandteilen befreiten Stücke bewerten sich ungefähr um $^2/_3$ höher als die ungereinigten. Die Preise zeigen eine grofse Verschiedenheit, wie folgende Tabelle ausweist; ein Quintale = hundert Kilogramm kosten von:

Parapara Frasca, unbearbeitetes Mittelgut . .	20,—	Lire
Limata nera, schwärzlicher, gefeilter Bimsstein	19,—	„
Limata dubiosa, desgl. halbweifs-halbschwarz	27,—	„
Limata bianca, desgl. weifs	40,—	„
Limata fina, desgl. Auslese	70,—	„
Pezzame, Abfälle, Ausschufs	1,40	„
Hingegen:		
Fiore, Blume, d. h. Auslese besonders leichter und weifser Qualität	250,—	„
Primo Fiore, beste Qualität	400,—	„

Diese letzten edelsten Sorten, die z. B. zum Schleifen von Violinsaiten dienen, werden sorgfältig in Kisten in Holzwolle verpackt, das Mittelgut in Tonnen. Fünf Böttcher und ebensoviele Tischler arbeiten beständig nur für das „imballagio“. Das Pezzame aber geht in die Mühle.

Eine solche Bimssteinmühle ist sehr sehenswert. Die Stücke werden in einen grofsen Holztrichter geschüttet. Oben sitzt ein Knabe, der sie in kleinen Portionen nacheinander in die Öffnung schiebt, durch welche sie zwischen die Mühlsteine fallen. Das Mehl rinnt in Körbe. Die vollen Körbe werden zu den Trockenöfen getragen, wo unter langsamem Kohlenfeuer auf eisernen Rosten das Mehl trocknet, beständig mit eisernen Haken hin und hergerührt. Von den Rosten geht es durch Röhren in die Buratti, grofse achtseitige Holzbehälter. In ihnen wirbelt eine spiralförmige Eisenstange das Bimssteinmehl durcheinander und wirft es gegen verschiedene Drahtsiebe. Durch das erste geht das feinste, durch das letzte das gröbste Mehl durch und fällt in unten befestigte Säcke. Ist ein Sack gefüllt, so wird er zugeschnürt und ist dann versandfertig. Das feinste Mehl mit einem Korn von etwa $^1/_{10}$ mm brauchen die Wachstuchfabriken und Glasschleifereien.

Zum Feilen des geringeren Materials bedient man sich auch eiserner Trommeln, die gedreht werden. Durch kleine Löcher fällt der Staub, der sich durch die Reibung ablöst, heraus.

Als wir später unter der Pergola vor dem Kontor bei einer guten Zigarre safsen, mit dem Blick auf das weite Meer und den mächtig qualmenden Stromboli, kamen immer noch Männer und Weiber mit den schweren Lasten von den Gruben her, an uns vorüber, schweifstriefend, völlig erschöpft. Und selbst die Kinder von vier Jahren suchen aus fröhlichem Spiel ein ernstes Geschäft zu machen. Auch sie arbeiten schon in der Bimssteinbranche mit, indem sie, wie ich bemerkte, mit Holzstäbchen den Ufersand durchstochern und kleine Stücke, die Straquature, d. h. was das Meer auswirft, herauswühlen. Für einen Korb von vierzig Kilo bekommen sie in der Mühle eine halbe Lira (40 Pf.). Nicht viel, aber es hilft der Familie mit wirtschaften.

Alles nährt sich von den Schätzen der weifsen Berge, der „montagna d'oro", wie sie im Volksmunde heifsen.

Hier liegt das Gold tatsächlich auf der Strafse. Glücklich, wer einen Bimssteinhügel auf Lipari sein eigen nennt, aber womöglich mit — primo fiore. . . . . .

(Fortsetzung folgt.)



Neuere Forschungen über Gehirn und Bewufstsein.

Von **Eduard Sokal**, Berlin-Charlottenburg.

Wir sind in der Werkstätte des Mikroskopikers. Eine graue Masse, an die sich ein fein geädertes, von roten Strängen durchzogenes Spinngewebe eng anschmiegt, liegt vor uns. Es ist das Gehirn mit seinen Hüllen. Diese weiche, nach allen Richtungen von seichten und tiefen Furchen durchzogene Masse ist also der Sitz der psyichischen Funktionen, der Herd des Lebens und Empfindens, das Schlachtfeld aller Instinkte und Leidenschaften. Während überall sonst die anatomische Untersuchung (häufig schon der flüchtige Anblick eines Organes) uns Aufschlufs über seine Funktion zu erteilen vermag, läfst sie uns hier ratlos im Stiche. Es ist dies leicht zu begreifen. Jedwede andere Organtätigkeit besteht (allgemein gesagt) in Bewegung, sei es gröfserer Massen, sei es kleinster Teilchen oder endlich der chemischen Atome, sie knüpft an die sinnliche Wahrnehmung an, Ursache und Wirkung sind Gröfsen gleicher Ordnung. Hier ist nichts dergleichen zu finden. Mit fieberhafter Neugierde pochen wir an das geheimnisvolle Tor, wo wir das Wesen unseres Ich zu finden hoffen. Es gibt nach, und was uns entgegenblickt, ist das wohlbekannte Alltagsgesicht, da wir den innersten Kern zu erfassen strebten. Es ist, um ein Bild Th. Fechners zu gebrauchen, als wären wir in einen Kreis gebannt, dessen Aufsen- und Innenseite uns einzeln zugänglich sind, aber niemals gleichzeitig übersehen werden können. Wir können mühselig und langsam den physiologischen Vorgängen im Gehirn nachforschen, — nichts ist uns leichter zugänglich und wohl vertrauter als unser eigenes Seelenleben; als Übergang zwischen beiden jedoch klafft ein jäher Abgrund durch alle Gebiete unseres Wissens, und weder die Phantasien der Naturphilosophie noch die Erfahrungen und Schlüsse der Wissenschaft vermögen bis jetzt eine Brücke über ihn zu schlagen.

Vor mehr als hundert Jahren, erzählt uns Professor Edinger in einer kürzlich erschienenen vortrefflichen Abhandlung unter dem

Titel „Hirnanatomie und Psychologie", erschien in Königsberg, „unserem Kant" gewidmet, ein kleines Buch über „das Organ der Seele". — Der Besten einer aus damaliger Zeit, Samuel Thomas Sömmering, zeigte darin, dafs eigentlich für den Sitz des „Sensorium commune", worunter er im wesentlichen Bewufstsein, Intelligenz etc. versteht, nur ein einziger Teil des Gehirns in Frage kommen könnte, die Flüssigkeit nämlich, welche die Hirnventrikel erfüllt. Nur sie vermöge die letzten Enden der Hirnnerven, welche Sömmering bis in die Ventrikelwände verfolgt hatte, untereinander in Beziehung zu bringen, sie allein kann daher die Vermittelung unter den mannigfachen, dem Organismus zugeleiteten Eindrücken übernehmen, um sie zu einem Ganzen zu verbinden. In gelehrter und oft überaus geistreicher Weise wird dieser Satz zu beweisen gesucht, und schliefslich wird gezeigt, wie diese Annahme alle Bedingungen erfüllt, welche von den Gelehrten des Jahrhunderts für das Organ des „gemeinsamen Sensoriums" erfordert worden waren.

Diese Sömmeringsche Hypothese ist nur ein letzter Ausläufer der langen Reihe von Hypothesen, die während des ganzen achtzehnten Jahrhunderts die Gelehrten beschäftigt haben. Erst seit den Untersuchungen von Flourens bewegen sich die Forschungen über den Sitz der Seelentätigkeiten in einer anderen Richtung. Flourens hat zuerst den Satz ausgesprochen, dafs Gedächtnis, Wille, Bewufstsein an die Hemisphären geknüpft seien. Bald nachher hat die Entdeckung der Sprachzentren durch Broca (Paris) und die grofse Entdeckung Hitzigs und Fritschs (Berlin) von der Lokalisation zahlreicher anderen Fähigkeiten im Grofshirn die Mehrzahl der Forscher im wesentlichen zu der Ansicht gebracht, dafs die sogenannten höheren Seelentätigkeiten an die Grofshirnrinde gebunden sein müfsten. In dem von Flechsig neuerdings ausgebauten System hat dann diese Ansicht die ausführlichste Durcharbeitung und Begründung erfahren. Für Flechsig besteht der ganze Grofshirnmantel aus einer Anzahl von Zentren. Die ausgedehntesten derselben sollen diejenigen sein, welche, nicht direkt mit Sinnesapparaten in Verbindung stehend, im wesentlichen mächtige Assoziationsapparate sind. Über vierzig Einzelgebiete der Hirnrinde kann Flechsig entwickelungsgeschichtlich heute abscheiden; kaum der vierte Teil davon war den anderen vor ihm bekannt. Allerdings sind die Flechsigschen Angaben heute noch keineswegs allgemein akzeptiert, vielmehr besteht noch eine lebhaft geführte Diskussion einesteils über seine Angabe, dafs es anatomisch unterscheidbare Sinnes- und Assoziations-

zentren gebe, und anderseits über die Verwertung, die Flechsig seinen entwickelungsgeschichtlich nachweisbaren Territorien für die Gesamtauffassung des psychischen Geschehens gibt.

Dieser Riesenbau der anatomisch-physiologischen Forschung ist ein wahrer Babelbau der Erkenntnis, die von den materiellen Grundlagen des Nervensystems zu den Höhen der psychischen Vorgänge zu gelangen sucht. Immer wieder hat man den Versuch gemacht, die physiopsychologische Entwickelungsreihe im Tierreiche durchzudenken und die ersten Regungen des Bewufstseins bis in frühe Tierstufen zurückzuverfolgen.

Immer wieder ist man aber an einen Punkt gestofsen, der zunächst ein Halt gebot. Wir haben keine Ahnung davon, welches die Elementarbedingungen dafür sind, dafs ein Teil der vom Nervensystem geleisteten Arbeit dem „Träger" bewufst werde, und wir wissen nicht, ob das psychische Geschehen als äquivalente Energieform in das Räderwerk des Organismus eingreifen kann oder nur eine ohnmächtige Parallelerscheinung, ein „Epiphänomen" der physiologischen Gehirnvorgänge darstellt. Diese Frage ist bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft nicht spruchreif und dürfte es kaum in absehbarer Zeit sein. An ihre Stelle setzt daher Edinger eine viel bescheidenere Frage, welche dafür den nicht zu unterschätzenden Vorteil darbietet, lösbar zu sein. Sie lautet: Wie weit können wir die Handlungen und das gesamte Wesen eines Tieres aus der Kenntnis der anatomischen Grundlagen und ihrer Eigenschaften heraus erklären?

In der oben erwähnten meisterhaften Abhandlung setzt es sich Edinger zum Ziele, nachzuweisen, wie weit wir, von den frühesten Daseinsformen des Tierreiches ausgehend, in der Erklärung und dem Verständnis der tierischen Bewegungen gelangen können, ohne die Hypothese eines tierischen Bewufstseins zu Hilfe zu nehmen. Wir besitzen kein scharfes, unmittelbares Kriterium für das erste „Erwachen des Bewufstseins" in der Natur, da wir das Vorhandensein desselben doch immer nur aus der Analogie der tierischen Handlungen zu unseren eigenen erschliefsen können. „Eine Vielheit der bestimmenden Motive bewegt uns in der Annahme eines bewufsten Willens, einfache und eindeutig bestimmende Motive lassen uns auf einen vorgebildeten Mechanismus schliefsen," hat bereits Meynert in klassischer Weise ausgesprochen. Die Edingersche Methode bildet demnach

eine willkommene Ergänzung zu der sonst üblichen Betrachtungsweise; wie bei Tunnelbauten kann auch hier der wissenschaftliche Pfad von zwei verschiedenen Richtungen her angebahnt werden, und schon hören die Arbeiter auf der einen Seite die rüstigen Hammerschläge der anderen Schar, mit der sie sich über kurz oder lang vereinigen müssen. —

Von verschiedenen Erscheinungen, welche an niederen Tieren beobachtet werden und die zunächst durchaus den Charakter freier Willenshandlungen tragen, ist in letzter Zeit nachgewiesen worden, dafs sie sich als direkt abhängig von chemischen und physikalischen Kräften darstellen lassen. Sie treten, wenn die gleichen Verhältnisse hergestellt werden, mit der gleichen Gesetzmäfsigkeit auf, wie etwa die Eisenfeilspäne in Bewegung geraten, wenn ein Magnet sich nähert. Da es sich allemal um Bewegungen handelt, deren Richtung beliebig durch Ansetzung der betreffenden Kräfte beeinflufst werden kann, so treffen die Namen Elektrotropismus, Heliotropismus, Geotropismus, Chemotropismus u. s. w. ziemlich gut das Wesen des Vorganges. Die Erscheinungen der „Tropismen" sind namentlich durch Engelmann, Löb und Verworn trefflich beschrieben und untersucht worden. Wir wissen jetzt, dafs das Licht, die Wärme, der elektrische Strom, die Schwerkraft u. s. w. niedere Tiere ganz ebenso beeinflussen, wie das von Pfeffer und anderen für die Pflanzen nachgewiesen worden ist. Noch vor zwanzig Jahren durfte Bunge in der Einleitung seiner physiologischen Chemie es als einen Beweis dafür anführen, wie weit hinab in die Tierreihe psychische Kräfte reichen, wenn ein Infusorium, die Vampyrella, unter einem Gemisch von Algen nur eine, die Spirogyra aufsucht und anbohrt. Heute wissen wir, dafs eine ganze Anzahl chemischer Körper Pflanzenkeime und niedere Tiere direkt an sich heranziehen oder von sich abstofsen, und wir wissen, dafs bestimmte Pflanzen eben bestimmte solcher Körper abscheiden. Der ganze Vorgang wird, wenn auch nicht eigentlich verständlich, so doch durchsichtig, und es wird nicht notwendig, dem Infusorium ein bestimmtes Unterscheidungsvermögen zuzuerteilen. Löb hat in geistreicher Weise diese „Tropismen" benutzt, die Tiere zu absolut unzweckmäfsigen oder für sie verderblichen Handlungen zu zwingen. Röhrenwürmer zum Beispiel zwängen sich unter allen Umständen in vorhandene Öffnungen, sie gehen selbst in hell belichtete Glasröhren, in denen sie unfehlbar absterben müssen, weil der Zwang gröfser ist als die hindernde Kraft des Lichtes. Die Tropismen sind an zahl-

reichen Beispielen gut studiert, auch ist wie in dem vorgenannten Beispiele mehrfach das Verhältnis der einzelnen, auf ein Tier gleichzeitig einwirkenden Kräfte zu dem Tiere selbst genauer erforscht.

Andere anscheinend überaus überlegt zweckmäfsige Handlungen niederer Tiere liefsen sich direkt nachmachen. So bauten künstliche Amöben, die Rumbler aus Chloroformtropfen und anderem dargestellt hatte, Häuser aus Quarzkörnchen ganz ähnlich, ja ganz gleich wie ähnliche lebende Tiere; sie umflossen ebenso wie diese vorgelegte kleine Fremdkörper, wenn diese von bestimmter, zu ihrer chemischen Konstitution passender Beschaffenheit waren, nahmen sie in sich auf und lösten sie, ganz wie wirkliche Tiere. Wie niemand daran denken wird, diesen Automaten Verstand zuzuschreiben, so liegt auch bis jetzt kein zwingender Anlafs vor, die gleichen Handlungen, wenn niedere Tiere sie vollziehen, auf etwas anderes als auf deren Bau und seine Eigenschaften zurückzuführen.

Die Untersuchungen von Löb, Friedländer, Bethe, von Preyer und von v. Uexküll haben in vieler Beziehung neue Wege eröffnet und neue Anschauungen angebahnt. Wir haben erfahren, dafs durch bestimmte Reize in absolut sicherer Weise bestimmte Reflexbogen in Tätigkeit gebracht werden können, dafs zum Beispiel der chemische Reiz der Nahrung direkt die Mundteile in entsprechende Bewegung setzt. Selbst dann, wenn der Kopf vom Gesamttiere abgetrennt ist, saugt zum Beispiel der Bienenrüssel Honig ein. Andere Reize veranlassen das Kopfende zum Einleiten einer Vorwärtsbewegung, und diese können so kräftig wirken, dafs sie zu absolut unzweckmäfsigem Handeln führen. So zerreifst zum Beispiel eine Planarie, der man künstlich zwei Köpfe erzeugt hat (Löb), beim Vorankriechen manchmal den ganzen Rumpf in zwei Stücke, weil jedes Kopfende einzeln vorauseilt. Wenn man zwei Arme eines Seesternes (Preyer) mühevoll in eine enge Flasche drückt, so zwängt sich, ihnen folgend, nachher das ganze Tier in den Raum, wo es elend zu Grunde gehen mufs. Das abgeschnittene Kopfende eines Sandbohrwurmes beginnt sofort Bohrbewegungen, wenn es auf dem Objektträger mit feinem Sande bestreut wird, und der Bienenstachel sticht, wenn das auf dem Objektträger liegende abgeschnittene Hinterleibende des Tieres berührt wird. Ein konstanter Reiz, nicht etwa Rache, Zorn oder Verteidigungstrieb, löst hier die leicht zu mifsdeutende Handlung aus. Solcher Einzelreflexe, deren Apparat sich gelegentlich ohne Schaden vom Gesamttiere trennen läfst

sind bereits viele bekannt, und für einzelne Tiere, zum Beispiel für Carcinus maenas, den *Bethe* genau untersucht hat, aber auch für andere Krebse und manche Würmer (Löb) ist es gelungen, fast das ganze Verhalten des Tieres auf Einzelleistungen von Apparaten zurückzuführen, die anatomisch gut bekannt sind.

In den meisten Fällen aber kommt es bekanntlich zu einem Gesamtnervensystem, dem die einzelnen Apparate auf- oder eingelagert sind. Schon kennen wir auch einzelne solcher Systeme genauer, und schon können wir uns auf Grund unserer Kenntnisse vorstellen, wie etwa das Fortkriechen eines Wurmes auf einen bestimmten Reiz hin zustande kommt, wie der Mechanismus ist, der jetzt den Vorderabschnitt und dann geordnet weiter hinten liegende Teile in koordinierte Bewegung bringt. Zuweilen erhalten sich neben einem relativ unbedeutenden Gesamtnervensystem die peripher liegenden Reflexapparate in grofser Selbständigkeit. So haben die Untersuchungen von *v. Uexküll* gezeigt, dafs die ganze Oberfläche der Seeigel mit den mannigfachsten Apparaten bedeckt ist, welche, ganz oder bis zu gewissem Grade selbständig arbeitend dem Gesamttiere die Nahrung zuführen, es putzen, es in geordneter Weise vom Platze bewegen. Ein Hund, heifst es bei diesem Autor, bewegt seine Beine beim Gehen, der Seeigel wird von seinen Bewegungsapparaten fortbewegt. *Der Name „Reflexrepublik", den v. Uexküll derartigen Anordnungen gegeben hat, ist durchaus treffend.*

Zahlreiche von den Physiologen gemachte Erfahrungen über die Reflexe wurden durch solche Forschungen erst anatomisch verständlich. Eine derselben ist besonders geeignet, zu zeigen, wie die nüchterne Untersuchung Vorstellungen, die vom rein menschlichen Standpunkte aus sich entwickelt haben, zu korrigieren vermag. Bekanntlich umarmen im Frühjahre die Frösche „liebend" ihre Weibchen. „Keine Macht", *heifst es diesbezüglich in einem modernen Werke*, „vermag die Liebenden zu trennen . . . ., sie lassen sich, ein schönes Beispiel für den Menschen, lieber zerstückeln, als dafs sie die Geliebte losliefsen". Versuche, die bereits *Goltz* angestellt hat, haben nun gezeigt, dafs in der Begattungszeit die Haut des Weibchens, auch des toten, ja des mit Ovarien ausgestopften toten Männchens den Umklammerungsreflex auslöst, sobald sie mit der Innenseite der Froschpfoten in Berührung gebracht wird. Man kann den Frosch, von hinten nach vorn gehend, bis zum Halsmarke zerstückeln, ohne dafs er losläfst, oder man kann ihn, vom Kopfe rückwärts schreitend, ebenso verletzen — das Resultat bleibt das gleiche. *Der Ring,*

welcher vom Halsmarke und den beiden Armen gebildet wird, ganz losgelöst vom Gesamttiere, verhält sich noch immer wie der „liebende Frosch"; wenn nur jemand die Annahme machte, dafs das Bewufstsein für diese Handlung eben im Halsmarke okalisiert sei, so dafs der Versuch gar nichts für die rein mechanische Natur der Umarmungen bewiese, so müfste er, wie Edinger mit Recht betont, doch erst irgendeinen Bewsis für seine Behauptung erbringen. Für den unbefangenen Beobachter genügt so lange die einfachere Annahme, bis nicht Erscheinungen entdeckt werden, welche durch sie nicht erklärbar sind.

Man wird zugeben müssen, dafs auch diese anscheinend „unpsychologische" Betrachtungsweise der Seelenäusserungen der Tiere zu Resultaten führt, die zur Vereinfachung und Klarstellung eigentlich psychologischer Probleme herangezogen werden können. Auf diesem Wege wird man zu einem Punkte kommen, wo die Annahme eines Bewufstseins notwendig wird, aber zweifellos rückt dieser Punkt immer weiter hinaus, und klärt sich die Fragestellung bei solchem Vorgehen ständig. Erst dann, wenn wir ohne Annahme eines Bewufstseins einzelne Handlungen nicht mehr zu erklären vermögen, erst dann wird die Zeit gekommen sein, wo man dem näher zu präzisierenden und heute noch halb mystischen Problem des Bewufstseins wieder abwärts in der Reihe der Tiere wird nachgehen können. Ein ganz neues Arbeitsgebiet mit präziser Fragestellung erschliefst sich hier vorläufig dem rastlos strebenden Forschergeiste. Der Tag wird kommen, wo die beiden heute getrennten Richtungen der gleichen Wissenschaft vereint an die Lösung der höheren Probleme herantreten werden.



Anmerkung der Redaktion. Die Fortsetzung des Aufsatzes: „Der Ackerboden und seine Geschichte" erfolgt im nächsten Heft.

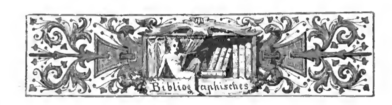


Fixierte Klangschwingungen.

Chladni hat als erster durch Aufstreuen von Sand auf klingende Glas- oder Metallplatten die Schwingungsformen tönender Körper für verschiedene Tonhöhen nachgewiesen. Auf alle denkenden Menschen mufs der primitive Chladnische Versuch, den ein jeder in der Urania selbst anstellen kann, einen tiefen Eindruck machen. Da ist ein einfaches Stück Messingblech; man streicht es mit einem Bogen und versetzt es so in Schwingungen. Durch Veränderung der Streichart wird der Ton ein anderer, aber kein Auge sieht etwas von den mysteriösen Vorgängen in der Platte. Da verraten plötzlich die hüpfenden, tanzenden Sandkörnchen das ganze Geheimnis und gewähren einen Einblick in einen Vorgang von wunderbarer und vollkommener Art. Unsere Phantasie vermag ihn sich nicht zarter und feiner vorzustellen. Nach Chladni haben andere Physiker ähnliche Methoden zur Sichtbarmachung von Tönen benutzt, z. B. Kundt, indem er feinen Lykopodiumstaub in tönende Glasröhren einschlofs. Die Staubteilchen wirbeln an den Stellen stärkster Bewegung empor, bleiben an den Ruhepunkten liegen und zeigen so dem erstaunten Auge das Vorhandensein stehender Wellengebilde. Wo das Staubverfahren versagt, mufs die manometrische im Takt der Schallschwingungen hüpfende Flamme und der Drehspiegel herhalten, um die Schwingungen zu erkennen und zu messen. Allersubtilste Vorgänge werden mit dem Mikroskop verfolgt, so z. B. in der von uns früher schon beschriebenen Camera acustica des Physikers Richard Ewald. In diesem relativ einfachen Apparat, der fast in allen Teilen dem menschlichen Ohr nachgebildet ist, fällt ein Lichtstrahl auf eine Kautschukmembran von aufserordentlich geringen Abmessungen, wird von dort reflektiert und gelangt schliefslich durch ein Mikroskop in das Auge des Beschauers. Hier werden die feinsten Schwingungen der Membrane sichtbar oder lassen sich auf einer rotierenden photographischen Platte fixieren. Photographierte Vokale sind heute gar nichts Seltenes mehr. Aber so vollkommen und erstaunlich alle diese Apparate sein mögen,

einen Fehler haben sie samt und sonders: Die in ihnen hin- und herschwingenden Teile besitzen eine Masse und daher auch eine gewisse Trägheit. Den allerfeinsten Oberschwingungen, wie sie im Klangzauber der menschlichen Stimme vorhanden sind, vermögen sie nicht mehr zu folgen. In neuerer Zeit sind jedoch gewichtlose Systeme mit grofsem Erfolg zur Anwendung gelangt. So konnte z. B. ein Kathodenstrahl, dessen Masse praktisch gleich Null gesetzt werden darf, akustisch beeinflufst und zur Aufzeichnung seiner Bahn auf einer photographischen Platte genötigt werden. Auch kann man nunmehr Schallschwingungen ohne das grobe Mittel sichtbar bewegter Masseteilchen für das Auge erkenntlich machen. So hat Moritz Weerth, wie wir in den Annalen der Physik lesen, ganz neuerdings den Vorgang an der Schneide einer Orgelpfeife auf höchst eigenartige und sinnreiche Weise verfolgt. Er macht den durch die Pfeife gehenden Luftstrom mit Tabaksqualm sichtbar und beobachtet ihn in intermittierendem Licht, d. h. bei einer Reihenfolge von Lichtstöfsen, deren Tempo dem der Schallschwingungen angenähert gleich ist. Infolge einer optischen Täuschung wird dann der Schwingungsvorgang so weit verlangsamt, dafs man ihn bequem studieren kann. Wirklich gewähren die Weerthschen Resultate einen ganz eigenartigen und neuen Einblick in die Mechanik der Pfeifentöne. Der aus dem Spalt gegen die Schneide dringende Luftstrom benimmt sich genau so, als wäre er ein Metallzüngelchen. Er schlägt bald nach aufsen, bald nach innen an der Schneide vorbei und bildet so eine lange Kette einander aufsen und innen in verschobener Symmetrie gegenüberstehender Luftwülste. Diese Art der Untersuchung des Unsichtbaren dürfte noch viele Früchte tragen. D.





Brauns, R.: Das Mineralreich. 1. Lieferung. Stuttgart, F. Lehmann. 1903.

Wenn die anderen Lieferungen der ersten entsprechen, so mufs das Braunssche Tafelwerk eine hervorragende Publikation werden. Jeder Freund der Geologie sollte sich damit bekannt machen. Die Reproduktionen, gröfstenteils koloriert, sind hervorragend gut; der kurze, erklärende Text in bestem Sinne populär. Die vorliegende erste Lieferung enthält Abbildungen vom Rauchtopas, Turmalin, Gold, Platin u. a. nebst den zugehörigen Beschreibungen und Definitionen. Später wird dem Ganzen eine Einleitung über die Form, sowie die chemischen und physikalischen Eigenschaften der dargestellten Minerale vorangehen. Wir behalten uns vor, dem Prachtwerk, sobald es vollständig erschienen ist, eine ausführliche Besprechung zu widmen. Schon jetzt glauben wir es jedoch zur Anschaffung bestens empfehlen zu können. Der Name des Verfassers bürgt für die Güte. B. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



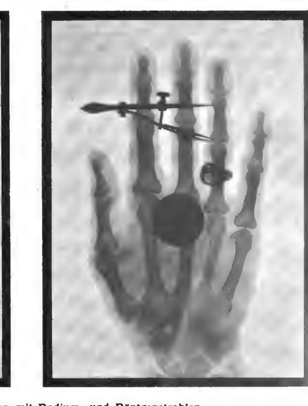


Fig. 10. **Vergleichsaufnahmen mit Radium- und Röntgenstrahlen.**



Radium.

Von Dr. B. Donath in Berlin.

Vortrag,
gehalten in der Urania am 30. Januar 1904.[1])

Vor uns liegt ein höchst unscheinbares Pulver. Es ist nur sehr wenig, etwa 10 Milligramm; eine gewöhnliche Wage vermöchte es gar nicht nachzuweisen. Auch würde niemand zögern, es mit dem Tuche hinwegzuwischen, wenn es ihm zufällig irgendwo begegnete, so unscheinbar sieht es aus. Aber der Physiker hütet diese wenigen Stäubchen wie sein Auge, er bettet sie in eine blanke Messinghülse, legt diese in ein Etui und vergißt nie, letzteres sorgfältig einzuschließen, wenn er das Laboratorium verläßt. Das Pulver ist Radium; ein einziges Gramm von ihm kostet 12 000 Mark, in allerreinster Form sogar neuerdings bis zu 160 000 Mark.

Was rechtfertigt nur diesen unglaublichen Preis, der den des Goldes, des Platins, des Diamanten weit hinter sich zurückläßt? Warum bezahlt man ihn ohne Murren und ist froh, wenn man überhaupt etwas von der Substanz erhält? Ist denn das Radium etwa der Stein der Weisen, ist es der Zauberring, um den der kundige Magier im Märchen sein ganzes Vermögen anbot? Beides nicht; aber etwas ist es doch: ein wissenschaftliches Rätsel in mancher Hinsicht.

Wir wollen sehen, was es mit diesem Radiumrätsel auf sich hat.

Seit der Entdeckung Röntgens sind fast 10 Jahre ins Land gegangen, aber in uns allen zittert noch die Erregung über die neue Erscheinung nach. Man erinnert sich, welch ein Staunen und Verwundern damals durch die Welt ging, zugleich ein Enthusiasmus

[1]) Der Vortrag ist hier verkürzt wiedergegeben, auch musste, da die Demonstrationsversuche nur gestreift werden konnten, in der Form manches geändert werden.

sondergleichen. Strahlen waren entdeckt, denen kein Geheimnis standhielt, die durch Kisten und Kasten, Tische und Wände drangen, denen es selbst ein leichtes war, das Skelett eines lebendigen Menschen im Schattenrifs auf die photographische Platte zu bannen. Das machte vor allem den beispiellosen populären Erfolg der Würzburger Entdeckung aus. Aber das Interessanteste wurde doch nur von wenigen beachtet und in seiner vollen Tragweite gewürdigt: die spröde Unterordnung der Röntgenstrahlen unter die Reihe der schonbekannten Erscheinungen. Hier setzte die Wissenschaft mit ruhiger und steter Arbeit ein, sie beschäftigte sich vornehmlich mit der seinerzeit ganz ohne Beispiel dastehenden Eigenschaft der neuen Strahlen, sich durch ein Prisma nicht brechen zu lassen. Auch heute ist die gelehrte Diskussion über die physikalische Natur der Röntgenstrahlen noch nicht geschlossen, wennschon sich die kritische Wagschale immer mehr zugunsten einer eigenartigen Ätherwellenerklärung neigt. Aber Jahre werden noch vergehen, ehe alle Schleier vor dem X-Strahlenphänomen zerrissen sind.

Heute kommen die Röntgenstrahlen für die öffentliche Meinung kaum noch wesentlich in Frage; die Gewohnheit hat auch dieser sonderbarsten aller Erscheinungen den Stempel der Alltäglichkeit aufgedrückt. Alle Welt spricht nunmehr vom „Radium“ als von etwas ganz Besonderem, Neuem und Staunenswertem. Und doch sind beide Entdeckungen fast gleich alt; für das grofse Publikum verschwand aber das Radiumphänomen — wenn man es damals auch noch nicht so nannte — in den Strahlen und dem Glanze der Röntgenschen Entdeckung, denn es konnte nicht mit den gleichen äufseren Effekten aufwarten wie diese. Jetzt tritt das neue Gestirn um so deutlicher hervor, nachdem es am wissenschaftlichen Himmel schon lange geleuchtet hat.

Unendlich viel ist in der letzten Zeit über das Radium geschrieben und gelesen worden. Nicht immer von Berufenen. Schon aus diesem Grunde ist es schwierig, in einem zwar gemeinverständlichen, aber natürlich auf voller wissenschaftlicher Grundlage aufgebauten Vortrage dieses Thema aufzugreifen. Es ist zwar durchaus nicht alles falsch, was bisher in sogenannter populärer Form über das Radium geschrieben wurde, aber es ist wohl geeignet, beim Leser falsche Vorstellungen bezüglich der Grössenordnung der Erscheinung hervorzurufen. Um hierfür nur zwei oder drei Beispiele anzuführen: Man erfährt z. B. von den unheilvollen Wirkungen der Radiumstrahlung auf den menschlichen Organismus und zieht sich in erklärlicher Scheu

vor jedem radioektiven Präparat auf weite Entfernung zurück. Diese Furcht ist ganz übertrieben, denn ee bedarf schon einer langdauernden unmittelbaren Berührung der Haut, um Verbrennungserscheinungen hervorzurufen. Oder man hört: in der Nähe von Radium werde hexagonales Schwefelzink (die sogenannte Sidotsche Blende) zum Schauplatz einee wahren Feuerwerkes von sprühenden Funken. Der Laie tritt also erwartungsvoll an den Vereuch heran, eber er sieht zunächst meist garnichts. Erst wenn seine Augen sich lange genug an die Finsternis gewöhnt haben, bemerkt er auf der Blende einen äufserst feinen, das radioaktive Präparet umepielenden Lichtschimmer, und beugt er sich ganz tief herab, so entdeckt er wohl auch nech mehreren Minuten wirklich jenee unstäte Funkeln mit der Lupe. Hochinteressant ist ja die Erscheinung auch in dieeer Form, aber der naive Beechauer iet doch enttäuecht; er hat eich etwas ganz anderee vorgestellt. So gebt es ihm auch mit den anderen Radiumerecheinungen, denn eein Blick iet für den Wert und dae Weeen der Sache noch nicht geschärft. Endlich hat man auch gesagt, das Radiumphänomen drohe die Grundfesten unserer bisherigen Naturanechauung zu erschüttern. Das ist bedenklich und, wie wir nicht anders eagen können, eine ganz unetatthafte Konzeesion en den eensationellen Geschmack dee grofsen Publikums. Sicherlich wird man hier und dort eine neue Benennung einführen, eine an und für sich echon nicht mehr recht glaubhafte Vorstellung beeeitigen — die Säulen uneerer modernen Naturanechauung, darunter verstehen wir vornehmlich das Geeetz von der Erhaltung der Energie und seine Begleiter, bleiben aber unvereebrt. Wir haben auch nicht die geringste Veranlassung, das elte, wundervolle, festgefügte Bauwerk in Trümmer zu legen, ehe wir auch nur einen Baustein zur Errichtung eines neuen zur Verfügung haben.

Will man die wiseenschaftliche Bedeutung dee Radiums verstehen, so mufs man eich zunächet mit einer Reihe echon eeit längerer Zeit bekannter Erscheinungen, inebesondere mit den Kathoden- und Kanaletrahlen beschäftigen. Die Entstehung der Kathodenstrahlen läfst sich am besten an einer verhältniemäfsig einfachen Apparatur zeigen, aber auch leicht beschreiben. Man denke sich ein nicht zu enges, etwa 50 cm langes Glasrohr, wie man es von den Geifslerröhren her kennt, auf beiden Enden mit eingeschmolzenen Platindrahtetücken (Elektroden) versehen. Die eine Elektrode möge mit einer fast den ganzen Rohrquerechnitt ausfüllenden runden Platte — meist aus Aluminium bestehend — ausgerüetet sein. Die gesamte, mit Luft

angefüllte Röhre stellt einen grofsen Widerstand für den Übergang des elektrischen Stromes dar und bleibt völlig lichtleer, selbst wenn es sich um eine Stromquelle von vielen tausend Volt Spannung handelt. Die Verhältnisse ändern sich aber bei der Evakuation der Röhre. Stetig saugt die Luftpumpe ein Luftteilchen nach dem anderen fort, und als hätten diese allein ein Hindernis für die Entladung gebildet, zuckt plötzlich ein rötlich-violetter Lichtschimmer durch das Rohr hin und schlägt eine Brücke zwischen den Elektroden. Wir wollen die Spitzenelektrode mit dem positiven, die Plattenelektrode mit dem negativen Pol der Hochspannungs-Stromquelle verbinden und die Platte als „Kathode“ bezeichnen. Farbe und Form der Entladungserscheinung hängen von der Natur des eingeschlossenen, verdünnten Gases, wie von dem Evakuationsgrade ab. Schon gleich anfangs bemerkt der aufmerksame Beobachter zwei typisch verschiedene Erscheinungen in der Röhre: das unstäte bläulich-rote Lichtband an der positiven Spitze hängend, von ihr ausgehend und fast die ganze Röhre durchziehend, und ein die plattenförmige Kathode umspielendes bläuliches Leuchten. Man bezeichnet letzteres als das negative Glimmlicht. Beide Erscheinungen ändern ihr räumliches Verhältnis zueinander mit fortschreitender Luftverdünnung, und zwar drängt sich das Glimmlicht von der Kathode aus immer weiter in der Röhre vor und schiebt das positive Licht schliefslich bis auf einen kleinen Stumpf zurück. Dann erfüllt das Glimmlicht den ganzen Raum. Man kommt mit einer gewöhnlichen Luftpumpe nicht weiter und mufs schon eine Quecksilberluftpumpe zu Hilfe nehmen. Nun wird das bläuliche Glimmlicht immer durchscheiniger, verschwindet für das Auge ganz, und bald hat man den Eindruck, als sei das Rohr völlig leer. Aber die alte Erscheinung ist nur von einer neuen abgelöst worden: die Innenwandung des Rohres selbst, namentlich auf dem der Kathode gegenüberliegenden Ende, beginnt zu leuchten, sehr verschieden, je nach der Art des Glases, meist aber in einem grüngelblichen Farbton. Der Physiker pflegt dieses eigentümliche und unter dem Einflufs irgend einer sichtbaren oder unsichtbaren Ursache entstehende Selbstleuchten als „Fluoreszenz“ zu bezeichnen. (Besonders interessant ist z. B. die Fluoreszenz des Baryumplatincyanürs unter dem Einflufs der Röntgenstrahlen). Auch hier liegt eine besondere, dem spähenden Auge direkt verborgene Ursache für das Leuchten der Glaswand vor: unsichtbare Strahlen, die senkrecht von der Fläche der Kathode ausgehen, von undurchlässigen Körpern im Innern der Röhre auf der Glaswand einen Schatten entwerfen und so den Sitz ihres Ursprungs an der

Kathode verraten. Entdeckt wurden diese „Kathodenstrahlen“ durch Hittorf (1869), populär aber erst durch den Engländer Crookes (1879), wissenschaftlich untersucht hauptsächlich durch Lenard, Goldstein u. a. Man mag über die philosophisch, bisweilen auch etwas transzendent angehauchten Ansichten Crookes' denken, wie man will, jedenfalls hat er es verstanden, nicht nur äufserst effektvolle Leuchtröhren herzustellen, in denen allerhand Körper wie Korallen, Calciumsulfat, Kalkspat, Hexagonit u. s. f. unter dem Einflufs der Kathodenstrahlen

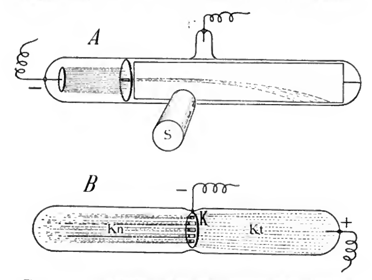


Fig. 1. A u. B. **Magnetische Ablenkung der Kathodenstrahlen und Entstehung der Kanalstrahlen.**

in schönster Farbenfluoreszenz erstrahlen, sondern vor allem auch eine Theorie der Erscheinung zu liefern, wie man sie sich sinnfälliger kaum denken kann. Für ihn sind die Kathodenstrahlen keine Ätherwellen wie die strahlenden Erscheinungen der elektrischen Kraft, der Wärme, des Lichtes, sondern veritable kleinste Teilchen, die, mit dem elektrischen Fluid gleichsam beladen, eine schnelle Wanderung durch den luftverdünnten Raum antreten, etwa so, wie auch erhitzte und bewegte Luftteilchen einen Wärmetransport ausführen können. Crookes glaubt unter seinen Händen und im Bereich seiner Prüfung endlich die kleinen, unteilbaren Teilchen zu haben, von denen man voraussetzt, dafs sie die Grundlage des Weltalls bilden; seine rege Phantasie

berührt das Grenzgebiet zwischen Materie und Kraft. — Auch heute gilt noch diese Crookessche Theorie, nur ist sie wesentlich verfeinert worden. Man hält wirklich die Kathodenstrahlen für (negativ) elektrisch beladene Materie in unterteiltester Form, gleichsam für die Elementarquanten der Materie, behaftet mit den Elementarquanten der elektrischen Ladung. „Elektronen“ nennt der Physiker diese Teilchen. Sie sind jedenfalls, wie man aus ihren Eigenschaften weiſs, über alle Begriffe klein, geradezu winzig sogar gegen das Atom des Chemikers.

Es ist gelungen, die Geschwindigkeit dieser merkwürdigen Elektronen, die heute bei der Aufklärung gewisser Naturerscheinungen eine so groſse Rolle spielen, zu messen. Seltsam in der Tat, denn keines Menschen Auge hat je ein Elektron erblickt und wird es jemals in Zukunft erblicken. Aber die Messung ist — im Prinzip wenigstens — einfacher als man denkt, sie stützt sich auf die magnetische Ablenkbarkeit der Kathodenstrahlen. Nähern wir einen Magnetpol einem Bündel Kathodenstrahlen, deren Spur durch irgend eine fluoreszierende Substanz sichtbar gemacht ist (Fig. 1 A), so bemerken wir sofort, wie das Strahlenbündel seine gerade Richtung verläſst. Es steht unter dem Einflusse des Magneten wie ein beweglicher elektrischer Strom, und ein Strom **sind** ja auch die von der Kathode fortgeschleuderten, mit negativer Ladung behafteten Elektronen. Auch der Weg zur Bestimmung ihrer Geschwindigkeit ist nun gegeben. Hierzu eine Analogie: Eine Gewehrkugel würde sich geradlinig fortbewegen, wenn nicht auſser der Stoſskraft noch andere Kräfte auf sie zur Einwirkung kämen. Sie schlägt, von der Erdschwere herabgezogen, unterhalb des Zentrums ein und zwar um so tiefer, je langsamer sie fliegt. Aus der Flugbahn und der Gröſse der ablenkenden Kraft läſst sich die Geschwindigkeit der Kugel berechnen. Ähnlich bei den Kathodenstrahlen, die ja schlieſslich auch nichts anderes sind als winzige Geschosse. Die ablenkende Kraft wird durch den Magneten repräsentiert, die Bahn ist die sichtbare Fluoreszenzspur. Auch die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen läſst sich also berechnen; aber auf wie gewaltige Zahlen stoſsen wir da! Geschwindigkeiten von 1600 km bis zu 100000 km und mehr in einer Sekunde, je nach der Höhe der angewandten elektrischen Spannung (man vergleiche sie mit dem Druck der Pulvergase beim Gewehr) sind gemessen. Da versteht man freilich, wie unter dem Aufprall dieser Strahlen aus Körperchen („Korpuskularstrahlen“) jene Wärme- und Leuchtwirkungen auf der Glaswand oder sonst auf

anderen, von den Kathodenstrahlen getroffenen Körpern hervorgerufen werden können.

Unter geeigneten Umständen sendet eine derartige hochevakuierte Entladungsröhre noch eine andere Art von Strahlen aus, die, entgegengesetzt der Kathodenstrahlung (Kt. Fig. 1 B), aus einer in der Mitte des Rohres befindlichen und siebartig durchlöcherten Kathode (K) austreten. Sie kommen geradeswegs aus den Kanälen der Kathode



Fig. 2. **Henri Becquerel.**

hervor und wurden deshalb von ihrem Entdecker, Professor Goldstein in Berlin (1886) „Kanalstrahlen“ genannt (Kn. Fig. 1 B). Sie präsentieren sich als eine rasch bewegte Schar positiver Korpuskeln, denn ein Magnet lenkt sie — ein ganz klein wenig zwar nur — entgegengesetzt wie die Kathodenstrahlen ab.

Nun sind wir immer noch nicht mit der Beschaffung der für das Verständnis der Radiumerscheinung erforderlichen Vorkenntnisse fertig. Es geht nämlich noch eine dritte unsichtbare Strahlenart von der Vakuumröhre aus, typisch verschieden insofern von den Kathoden-

und Kanalstrahlen, als sie den engen Bezirk der Röhre verläſst und in den Raum hinaustritt: die Röntgenstrahlen, magnetisch unablenkbar und vor allem, wie schon eingangs erwähnt, durch ihr ablehnendes Verhalten einem Prisma gegenüber bemerkenswert. Es kann nicht in unserer Absicht liegen, lange bei den Röntgenstrahlen zu verweilen, nur im Vorübergehen betrachten wir die besondere Konstruktion der Röhre, die chemische (photographische) Wirkung der Röntgenstrahlen und ihre Fähigkeit, gewisse Körper, z. B. das Baryumplatincyanür zum Leuchten zu bringen. Sie selbst sind unsichtbar. Ein drittes Reagens auf Röntgenstrahlen lernen wir beim Radium kennen.

Wir wenden uns nun der Geschichte der Radium-Entdeckung zu. Im Jahre 1896 machte der französische Physiker Becquerel (Fig. 2) eine sehr merkwürdige, damals jedoch nur unter den Fachleuten Aufsehen erregende Entdeckung. Einige von ihm untersuchte Uranverbindungen zeigten sich nämlich begabt mit einer unsichtbaren, aber auſserordentlich durchdringenden und dem Röntgenphänomen anscheinend eng verwandten Strahlung. Insbesondere lieſs sich auch eine Veränderung der photographischen Schicht durch dicke Umhüllungen hindurch nachweisen. Ein höchst sonderbarer Vorgang in der Tat! Da liegt ein Uransalz — sagen wir Urannitrat oder Urankaliumsulfat — wohlverwahrt in einem kleinen Pappschächtelchen gleich vielen anderen Mixturen und Pulvern auf dem Arbeitstische des Chemikers. Niemand ahnt, daſs gerade von ihm ein geheimnisvolles Etwas ausgeht, durch die Wände der Schachtel dringt, und sich dann, unseren Sinnen völlig unmerklich, im Raume ausbreitet. Erst die in der Nähe liegende photographische Platte verrät die neuartige Erscheinung. Nun könnte es sich ja freilich um einen rein chemischen Vorgang handeln, also etwa um ein stark penetrierendes und die photographische Schicht schlieſslich angreifendes Gas. Derartige Wirkungen sind wohlbekannt. Aber seltsamerweise hinterläſst ein recht undurchlässiger, zwischen dem Uransalz und der photographischen Platte im Raume stehender Gegenstand auf der letzteren eine Art von Schattenbild; und wenn man von diesem Schatten aus über den Gegenstand hin visiert, so gelangt man geradeswegs zum Uranpräparat.

Es geht also eine Strahlung vom Uransalz aus, unsichtbar, durchdringend und auf die photographische Platte einwirkend. Der Versuch kann seiner Einfachheit wegen von jedermann angestellt werden. Man legt eine photographische Platte auf den Tisch und zwar in ihrer Kassette, denn die Strahlen sollen ja gerade ihre

Durchdringungskraft zeigen. Oben auf den Kassettendeckel, der zweckmäfsig nicht aus Metall besteht, streut man in Form irgend einer Figur etwas von dem käuflichen Urannitrat, einem grünlichgelben Salz. Meist schon nach zwei bis drei Tagen kann man dann die Wirkung der Strahlung durch die Entwickelung der Platte nachweisen. Ganz deutlich erscheint die aufgestreute Salzfigur als Schwärzung, noch charakteristischer auf der Kopie als ein diffuser Lichtschimmer. Wir haben eine derartige Platte mit dem Worte „Uran“ in Fig. 3 reproduziert. Will man die strahlende Ausbreitung der Wirkung demonstrieren, so braucht man nur irgend einen metallenen Gegenstand, etwa einen Schlüssel, in einer Pappschachtel auf den



Fig. 3. **Chemische Wirkung des Urannitrats.**

Kassettendeckel zu stellen und auf die Schachtel in Gestalt eines kleinen Häufchens etwas Urannitrat zu schaufeln. Der Erfolg bleibt sicher nicht aus, wenn er bisweilen auch etwas lange, etwa acht bis vierzehn Tage auf sich warten läfst. Der Schattenwurf des Schlüssels ist unverkennbar (Fig. 4).

Becquerel hatte seinerzeit den neuen Strahlen den Namen „Uranstrahlen“ gegeben, da er eine spezifische Eigenschaft des Urans entdeckt zu haben glaubte. Heute nennt man sie ganz allgemein „Becquerelstrahlen“, weil es sich inzwischen herausgestellt hat, dafs nicht das Uran, sondern gewisse in seiner Begleitung vorkommende andere Stoffe die eigentlichen Strahlenspender sind. Es ist das unbestrittene Verdienst des in letzter Zeit vielgenannten und nächst Becquerel mit dem Nobelpreis geschmückten französischen Physiker-Ehepaars Curie, die radioaktiven Bestandteile der Pechblende auf chemischem Wege abgeschieden zu haben. Sie nannten den einen

Körper „Radium" d. h. das Strahlende, und den anderen Polonium.[2]) Es ist aber zweifelhaft, ob das in seiner Strahlungskraft rasch nachlassende Polonium wirklich primär aktiv ist; auch ist der Strahlungscharakter des Poloniums gegen den des Radiums wesentlich verschieden.

Wirklich primär radioaktive Körper gehören in der Natur zu den gröfsten Seltenheiten, induziert radioaktive trifft man dagegen, wie wir später sehen werden, fast überall an. Mit Sicherheit dürfen, aufser dem Radium selbst, nur noch die von G. C. Schmidt diskutierten Thorverbindungen, insonderheit das Thoriumhydroxyd für primär radioaktiv gelten.

Wo das Uran in der Erdrinde auftritt, darf man auch Radium vermuten. Am ausgiebigsten läfst es sich aus der Joachimsthaler Pechblende, einem Uranerz, das aufser in Böhmen in geringerer Quantität und Qualität auch noch in Sachsen, Schweden, England und Amerika vorkommt, gewinnen. Aber wie wenig Radium steckt selbst in der Pechblende! Man hat einmal gesagt, es sei leichter Gold aus dem Meerwasser als Radium aus der Pechblende zu gewinnen. Damit hat es ungefähr seine Richtigkeit, denn die Radiumfabrikation — wenn man von einer solchen schon reden darf — gehört wirklich zu den schwierigen Dingen. Es ist natürlich nicht unsere Absicht, an dieser Stelle eine ausführliche Beschreibung des Prozesses zu geben oder den Leser gar durch ein Labyrinth chemischer Formeln zu führen; mit einer kurzen Darstellung der ersten Gewinnungsetappe, dem sogenannten gros traitement der Franzosen mag es genug sein. Es lohnt sich kaum anzufangen, wenn man nicht etwa 1000 kg Rohmaterial, d. h. Pechblende, der bereits der Urangehalt entzogen ist, zur Hand hat. Diese Masse enthält die meisten akzessorischen Metallbestandteile der Pechblende als Sulfate; auch das Radium tritt als Sulfat auf, und ein glücklicher Umstand will, dafs dies Radiumsulfat schwerer löslich ist als die übrigen. So läuft denn also das erste Stadium der Radiumgewinnung auf eine Art von chemischer Auflösung und Wäsche hinaus. Der Prozefs vollzieht sich in grofsen Fässern, denn es bedarf fürs erste einiger Chemikalien, besonders Salzsäure und Schwefelsäure, Karbonate und noch einiger anderer Substanzen im Gewichte von etwa 5000 kg, dazu Wasser im Gewichte von 50 000 kg. In angestrengtester Tätigkeit müssen wissenschaftlich gebildete Männer den etwa 2—3 Monate dauernden Vorgang überwachen, da von der ganzen ungeheuren Masse begreiflicherweise auch nicht ein kostbares Gramm verloren gehen soll.

[2]) Frau Curie ist eine Polin.

Endlich ist man am Ziele und hat alles in allem etwa 7 kg Material erhalten, in dem nun allerdings alles vorhandene Radium in Gestalt eines sehr unreinen Radiumbromids steckt. Legt man für die Radioaktivität irgend ein Mafs zugrunde und nennt danach die Strahlungskraft der Pechblende 5, so würde die Wirksamkeit der aus dem ersten Prozefs hervorgegangenen Masse mit etwa 60 zu beziffern sein. Nun beginnt eine neue Phase der Radiumgewinnung, das sogenannte fractionnement, in dem das Material bis auf wenige Gramm zusammenschmilzt. In demselben Mafse aber wie die gleichgültigen Bestandteile eliminiert werden, wächst die Strahlungs-



Fig. 4. Wirkung der Becquerelstrahlung.

fähigkeit; sie ist nun etwa gleich 1000. Meist begnügt man sich jedoch damit noch nicht und schafft schliefslich ein Radiumbromid von der Aktivität bis zu 1 000 000 und darüber. Freilich sind es dann nur noch Bruchteile eines Grammes, und dies ist alles, was von Radium in einer Rohmasse von 1000 kg steckte. Figur 5 zeigt inmitten einer Messinghülse 10 Milligramm Radiumbromid konzentriertester Art (Aktivität gleich 800000) in natürlicher Gröfse, ein wertvolles Stück für eine physikalische Sammlung.

Wir haben schon anfangs von den irrigen, im Publikum über das Radium verbreiteten Ansichten gesprochen. Sie äufsern sich namentlich in mehr oder minder naiven Anfragen: „Wird man mit dem Radium einmal elektrisches Licht machen, Elektromotore betreiben, die Zimmer heizen?“ Nein, ganz gewifs nicht! „Ja, welchen

praktischen Nutzen hat denn dann das Radium überhaupt?" — Alle diese unglücklichen Fragen sind entstanden durch die schlimme Meinung, das Radium sei ein Wunder, es schaffe seine Energieleistung umsonst, gleichsam aus dem Nichts. Wenn sich überhaupt, aufser der geradezu eminenten wissenschaftlichen Bedeutung, ein Vorteil für die Praxis greifen läfst, so ist es die physiologische Wirkung des Radiums. Niemand zweifelt heute mehr daran, dafs die Radiumstrahlung auf das organische Gewebe des tierischen oder pflanzlichen Körpers, vielleicht sogar auf das Zentralnervensystem selbst einzuwirken vermag. Schon mancher, der mit Radium umging, hat dies zu seinem Leidwesen erfahren. Heftige Kopfschmerzen, Schlaflosigkeit, selbst juckende Rötungen, sogar offene Wunden waren die Folge. Becquerel selbst hat unseres Wissens durch unvorsichtiges Tragen eines starken Radiumpräparates in der Westentasche eine offene Wunde nahe der Milz davongetragen. Da die Oberhaut meist völlig und auch die Unterhaut teilweise zerstört ist, handelt es sich dann allemal um eine recht bösartige Erscheinung; die Wunde verharscht nicht, kann sich nur von den Rändern aus zusammenziehen, und der oft monatelang vorhandene Defekt bildet die Eingangspforte für allerhand Infektionen.[3]

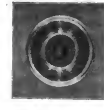


Fig. 5. **10 Milligramm Radium (natürl. Gröfse).**

Niedere Organismen gehen unter den Radiumstrahlen völlig zugrunde, und dieser Umstand eröffnet immerhin eine gewisse Perspektive für die Behandlung von Infektionskrankheiten. U. a. haben Aschkinass und Caspari den Einflufs radioaktiver Stoffe auf Bakterienkolonien studiert und jedenfalls mit Sicherheit, wenn auch nicht eine völlige Abtötung in allen Fällen, so doch eine Verminderung der Fortpflanzungsfähigkeit festgestellt. Andere Forscher haben sogar Einspritzungen von Radium in den Blutkreislauf infektionskranker Tiere vorgenommen. Auch der Lupus wird, wie es scheint, mit Erfolg bestrahlt. Alle diese Versuche befinden sich aber zunächst noch im ersten Stadium ihrer Entwickelung; es hiefse der Wissenschaft vorgreifen und ihr mehr schaden als nützen, wollte man hierüber schon Einzelheiten mitteilen oder gar in irgend einer Richtung Hoffnungen erwecken.

Alles Interesse konzentriert sich naturgemäfs auf die wissenschaftliche Bedeutung des Radiumphänomens. Was sind die Radiumstrahlen?

[3] Die Verletzung ist also äufserlich einer Brandwunde dritten Grades sehr ähnlich.

Sind es Ätherwellen gleich den strahlenden Erscheinungen des Lichtes, der Wärme, der elektrischen Energie, unterschieden nur von diesen durch ihre Frequenz und Wellenlänge; oder sind es Korpuskularstrahlen, ähnlich den Kathoden- und Kanalstrahlen, vielleicht auch den Röntgenstrahlen? — Wir müssen uns fürs erste an das halten, was



Fig. 6. Photographische Wirkung der Pechblende.

wir beobachten, und das ist nicht allzuviel. Unsere Sinne reagieren, wie es scheint, direkt gar nicht auf die Radiumstrahlung, wir sind also von vornherein auf Umwege, Transformation, indirekte Beobachtungsmethoden angewiesen. Gleichsam im Dunkeln tastend, gehen wir vor und suchen zunächst nach Reagenzien, die uns als künstliche Sinne dienen sollen. Drei von typischem Wert haben wir bisher beieinander, zunächst die photographische Platte, deren Eigenschaft, anders und in gewissem Sinne auch mehr zu sehen als unser Auge,

der Forschung schon manchen unschätzbaren Dienst geleistet hat. Die photographische Platte verriet die radioaktiven Substanzen zuerst. Sie bewährt sich auch zur Aufsuchung der radiumhaltigen Pechblende. Wir haben ein aus Joachimsthal in Böhmen stammendes Gesteinsstück auf eine in schwarzes Papier eingeschlagene photographische Platte gelegt und es dort einen Tag oder noch länger belassen. Wirklich zeigt sich bei der Entwickelung eine dunkle verschwommene Spur (auf dem Positiv hell; unterer Teil der Abbildung 6): die strahlende Einwirkung der Pechblende. Das Gesteinsstück selbt (oberer Teil der Abbildung), dessen Lage während der Einwirkung durch eine punktierte Linie markiert ist, blieb als indifferent ohne Einflufs, man erkennt aber an ihm schon äufserlich die dunkle Bande des Pechblendeganges. Selbstverständlich ist das aus der Pechblende gewonnene hochkonzentrierte Radiumbromid aufserordentlich viel wirksamer; da genügt bereits eine sekundenlange Einwirkung, um eine deutlich sichtbare Spur auf der Platte hervorzurufen. Beispielsweise kann man in ziemlich flottem Zuge einen Buchstaben auf die Schicht schreiben.

Das zweite Reagens auf Radiumstrahlen sind fluoreszierende Substanzen, insonderheit das auch zum Nachweis der Röntgenstrahlen dienende Baryumplatincyanür. Wir bringen im ganz verfinsterten Raume unser Radiumpräparat an den Baryumleuchtschirm heran und sofort erscheint ein kleines Sternchen, lichtschwach zwar, aber dem ausgeruhten Auge gut erkennbar. Die unsichtbaren Radiumstrahlen werden nun zum Teil in Lichtstrahlen umgesetzt, sie bringen schliefslich aus einiger Entfernung den ganzen Leuchtschirm zur Fluoreszenz. Das geübte Auge erkennt dann sogar den Schatten der Finger vor der ruhig schimmernden Fläche, aber, obgleich die Hand offenbar durchstrahlt wird, von den Knochen keine Spur. Wir werden auf diesen sonderbaren Umstand noch zurückkommen. Sogar das Radiumbromid selbst leuchtet eine Wenigkeit, wenn auch lange nicht so stark wie der Leuchtschirm, und dieses Phänomen gab Veranlassung, vom Radium als von einer „ewigen Lampe“ zu reden, wie denn überhaupt Halbwissen und Phantasterei ein liebevolles Interesse an der Radiumerscheinung genommen haben. Es sind aber im Grunde nur die Unreinigkeiten am Präparat, die in engster Berührung mit dem Radium selbst zunächst von den Strahlen getroffen werden und in Fluoreszenzschwingungen geraten. Man denke sich etwa reinstes pulverisiertes Radium mit Baryumplatincyanür vermischt und man hätte ein Leuchtpräparat par excellence. Unreines Radiumbromid

leuchtet in bläulichem Licht, aber dies Leuchten ist doch typisch von der allgemein als Phosphoreszenz bezeichneten Erscheinung insofern verschieden, als es nicht einer vorangehenden Belichtung bedarf und der Lichtton auch nicht im Laufe kurzer Zeit abklingt. Das von uns vorgelegte Leuchtpräparat ruht seit einigen Jahren in seinem finsteren Etui. Trotzdem strahlt es in unverminderter Kraft; es wird nach tausend Jahren vielleicht noch gerade so leuchten wie heute!

Auf die Nerven der Netzhaut scheint das Radium direkt nicht einzuwirken, und doch spürt man einen deutlichen, diffusen Lichtschimmer, wenn man das Präparat gegen das geschlossene Augenlid oder auch nur seitlich an das Schläfenbein legt. Leider hat man daraufhin unseren armen blinden Mitmenschen Hoffnungen auf die teilweise Wiedererlangung der Sehkraft gemacht — ein wahrhaft gewissenloser Streich. Was wir empfinden, ist die Fluoreszenz der Linse, des Glaskörpers, am Ende auch der Fettmassen im Auge, und dazu gehören gesunde Netzhautnerven. Wer die nicht hat, empfindet auch indirekt von der Wirkung der Radiumstrahlen nichts, und wer sie hat, aber einen Fehler an der Hornhaut oder an der Linse besitzt, dem kann man auch nichts weiter geben, als eine vage Vorstellung von Helligkeit, nicht einmal den Eindruck eines Schattengebildes, da die Fluoreszenz des Glaskörpers jede Kontur unterwäscht. Ganz zu schweigen natürlich von der schädigenden Wirkung der Strahlung auf den Augapfel.

Und nun das dritte Mittel zum Nachweis der Radiumstrahlung; es ist das dankbarste für die Demonstration. Vor der Projektionslampe steht ein uns allen von den Schulversuchen her bekanntes Goldblattelektroskop und deutet mit den gespreizten Blättchen seinen elektrischen Ladungszustand an. Kaum erscheint jedoch das Radiumpräparat in der Nähe, so fallen die Blättchen sofort zusammen. Die bisher so gut isolierende Zimmerluft ist leitend geworden und hat die elektrische Ladung beseitigt. Es würde uns begreiflicherweise zu weit führen, hier den besonderen Ursachen, gewissermassen der Mechanik dieses Leitendwerdens nachzuspüren, wir begnügen uns mit dem Hinweis auf die ausserordentliche Zuverlässigkeit des Versuches. Das Elektroskop ist in der Tat das feinste Reagens auf das Vorhandensein radioaktiver Substanzen, es hat in den letzten Jahren wahre Enthüllungen über die Rolle der Radioaktivität im Haushalt der Natur gebracht. Doch darüber später. Wenn es nur auf einen qualitativen Versuch ankommt, so kann man auch einen arbeitenden Funkeninduktor aufstellen, dessen Spannung gerade nicht mehr aus-

reicht, um eine Luftstrecke zwischen zwei an seine Pole geschlossenen Metallkugeln zu überwinden. Hier treten sofort mit dem Erscheinen des Radiums die Funken ein. Die Ursache ist dieselbe: ein Leitendwerden der Luft. Man kann auch die schlechte Leitung zu einem elektrischen Glockenspiel durch Bestrahlung soweit verbessern, dafs dieses zu läuten beginnt, wobei man selbstverständlich auf die lediglich auslösende Energie der Radiumstrahlung hinweisen und der irrigen Meinung entgegentreten wird, als sei es etwa die Arbeitsleistung des Radiums selbst, die dort den Klöppel hin- und herführt. Man kann schliefslich auch — doch das grenzt schon an Spielerei und dazu darf keine Demonstration ausarten. Sie ist ein Beweisstück oder ein Wegweiser, ein Markstein vielleicht auch im logischen Flusse der belehrenden Darstellung, niemals ein vergnüglicher Aufenthalt.

Noch immer haben wir die Frage nach dem Wesen der Radiumstrahlen nicht beantwortet. Eine Vermutung drängt sich jedoch förmlich auf. Wir sahen die Radiumstrahlen den Baryumschirm zu Leuchtschwingungen erregen, chemische Verbindungen lösen, die Luft leitfähig machen, Brandwunden schlagen — alles dies sind auch Eigenschaften der Röntgenstrahlen. Sollten die Radiumstrahlen am Ende Röntgenstrahlen sein? So ungefähr haben wir damit wirklich das Richtige getroffen, wir wissen in der Tat einen Teil der Radiumstrahlung mit nichts anderem als aufserordentlich durchdringenden Röntgenstrahlen zu vergleichen. Seltsamerweise sendet aber das Radiumpräparat eine ganze Kollektion von Strahlen aus, die in ihrer Wirkung recht verschieden sind und uns durchaus an schon bekannte Strahlen erinnern, da sie magnetisch beeinflufst werden. Läfst man ein feines Bündel von Radiumstrahlen durch den engen Schlitz einer Bleiblende (Fig. 7 B) fallen und über einen Leuchtschirm oder eine photographische Platte hinstreichen, wo ihre Spur nachweisbar wird, so sieht man das Bündel bei Annäherung eines Magneten (S) asymmetrisch verbreitert. Ein Teil der Strahlen geht gradlinig fort, es ist der röntgenstrahlenähnliche Bestandteil (in der Figur als γ-Strahlung bezeichnet), charakterisiert durch grofse Durchdringungsfähigkeit, chemische Wirkung und Ionisierungskraft.[1]) Ein anderer Bestandteil weicht gleich zur Seite ab, ganz im Sinne der Kathodenstrahlung (β-Strahlen der Figur); was liegt also näher, als ihn für einen rasend schnell bewegten Schwarm negativ geladener Korpuskeln zu halten? Schliefslich läfst sich noch mit einiger Mühe ein dritter Strahlenbe-

[1]) Darunter versteht man die Fähigkeit der Strahlung, die Luft elektrisch leitend zu machen.

standteil entdecken. Er besteht wahrscheinlich aus positiv geladenen Korpuskeln, denn er wird entgegengesetzt der β-Strahlung magnetisch abgelenkt; man pflegt ihn als α-Strahlung zu bezeichnen,[5]) offenbar ist er den Kanalstrahlen ähnlich. Wie das Prisma den Ätherwellenstrahlen (Elektrizität, Wärme, Licht) verschiedene Wege anweist und sie nach ihrer Schwingungszahl und Wellenlänge zu einem Spektrum nebeneinanderreiht, so ordnet das magnetische Feld die Korpuskularstrahlen nach dem Vorzeichen ihrer elektrischen Ladung und ihrer Geschwindigkeit. Nur den ungeladenen Teilchen gegenüber (γ-Strahlen) versagt der Magnet, und es bleibt uns unbenommen, sie für Korpuskeln oder eine unter dem Anprall der Elektronen am eigenen

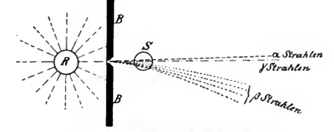


Fig. 7. **Magnetische Ablenkung der Radiumstrahlen.**

Körper des Präparates entstehende Ätherwellenfolge eigenartiger Struktur zu halten. Jedenfalls haben diese drei vom Radium ausgesandten Strahlenarten einige Eigenschaften miteinander gemein, andere wieder nicht. Alle bringen, wenn auch mit sehr verschiedener Intensität, fluoreszierende Körper zum Leuchten, am wenigstens die α-Strahlen, am stärksten die β-Strahlen. Die α-Strahlen durchdringen kaum dünne Papierblättchen, die β-Strahlen penetrieren dagegen bedeutend stärker, und die γ-Strahlen sind so durchdringungskräftig, dafs sie selbst vor dicken Bleiplatten nur ungern Halt machen; man kann bei kräftigen Präparaten ihre Wirkung noch durch einen eisernen Ambofs hindurch nachweisen. Dafür ist allerdings ihre photographische Wirkung fast Null, während die β- und γ-Strahlen leicht ihre Spur auf der Platte einzeichnen. Die Ionisierung der Luft geht vorzugsweise von den α-Strahlen aus. Das von den Curies entdeckte Polonium scheint be-

[5]) Die Masse der negativ geladenen Teilchen ist etwa gleich dem 2000sten Teil des Wasserstoffatoms. Die positiven Korpuskeln sind noch nicht isoliert, doch dürfte ihre Masse von der Gröfsenordnung des Wasserstoffatoms selbst sein.

sonders mit dieser Strahlung behaftet zu sein, läfst aber bald nach und kommt daher in Verdacht, nicht primär radioaktiv zu sein, ein Epitheton, das sich eher auf das von Marckwald hergestellte, ebenfalls α-strahlige, Radiotellur anwenden läfst.

So würde denn also das Radium drei deutlich unterscheidbare Strahlensorten, von denen zwei als Korpuskularstrahlen den Kathoden- und Kanalstrahlen ähneln, die dritte mit den Röntgenstrahlen vergleichbar ist, in den Raum hinaussenden. Doch damit noch nicht genug. Es geht noch etwas anderes vom Radium aus, und das ist allem Anschein nach ein relativ träge fliefsendes, ebenfalls radioaktives, hauptsächlich mit der α-Strahlung auftretendes, positiv geladenes Gas, die sogenannte radioaktive „Emanation". Sie nimmt unser gröfstes Interesse in Anspruch, denn sie ist der Erreger der sogenannten „induzierten Radioaktivität". Schleichend, unsichtbar breitet sich die Emanation nach allen Seiten aus, sie kriecht in alle Ritzen und heftet sich an die Gegenstände, besonders wenn diese negativ elektrisch geladen sind. Wir haben ein Geldstück in die Nähe eines, die Emanation vorzugsweise entwickelnden Präparates gebracht und dadurch ist es radioaktiv geworden. Es vermag die Luft zu ionisieren und sich selbst auf einer photographischen Platte abzubilden, da das Relief der Prägung, wegen seiner gröfseren Nähe, auf die Schicht stärker einwirkt als der Grund (Fig. 8). Aber diese Radioaktivität ist eben nur „induziert", sie ist nicht von Dauer, und schon nach wenigen Stunden oder Tagen würden wir keine Spur mehr davon finden. Hierhin gehört auch jene Erscheinung, über die durch eine gefährliche populär-wissenschaftliche Tagesliteratur ganz falsche Vorstellungen verbreitet sind, an der sich die blühende Phantasie mehr als eines Halbwissers Genüge geleistet hat. Legt man ein radioaktives Präparat, am besten den schon erwähnten Gieselschen Emanationskörper, auf einen Schirm von Zinkblende, so schimmert der Schirm rings um das Präparat weifslich auf, aber das geübte Auge bemerkt bald einen typischen Unterschied gegen das ruhige Leuchten am Baryumplatincyanür. Ein Schwarm funkelnder Punkte umspielt den Emanationskörper und huscht beim leisesten Luftzug fort, um gleich wieder zu erscheinen. Die Sidotblende „szintilliert" wie man sagt. Oder man hat auch wohl dieses eigenartige, von Crookes entdeckte blitzende Leuchten mit dem Anblick des gestirnten, von Myriaden funkelnder Sternenschwärme durchglühten Nachthimmels im Teleskop verglichen; kein Bild ist gut genug gewesen, um der Erscheinung zu dienen. Aber, wie gesagt, nur das

sehr geübte und ganz ausgeruhte Auge sieht sie überhaupt. Die „Urania" hat den Vorzug, in Herrn Kranz einen zugleich wissenschaftlich und künstlerisch gebildeten Mitarbeiter zu besitzen; er hat versucht, den Eindruck des Phänomens in Fig. 9 wiederzugeben. Doch was ist eine tote Darstellung gegen das lebendige Funkeln der natürlichen Erscheinung! — Übrigens leuchtet die Sidotblende auch bei unsanfter Berührung mit einem Hämmerchen oder unter dem Fingernagel, und wahrscheinlich handelt es sich dabei um eine Zertrümmerung der kleinen Kristalle. Sollte vielleicht auch unter dem Anprall der α-Strahlen ein Zerfall molekularer Art stattfinden?



Fig. 8. Photographische Wirkung eines induziert radioaktiven Geldstückes.

Schon seit geraumer Zeit kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, als spiele die Radioaktivität im Haushalt der Natur eine hervorragende Rolle. Das Elektroskop verrät radioaktive Eigenschaften der Luft und des Wassers.[6] Gewisse mit Radium bestrahlte Kristalle, wie Flufsspat und Kalkspat, leuchten vorübergehend bei der Erwärmung, sie leuchten auch, wenn man sie frisch aus dem Erdboden holt, aber dann nur ein einziges Mal; sie mögen also wohl jahrtausendelang im Schofs der Erde radioaktiv bestrahlt worden sein. Elster und Geitel konnten nachweisen, dafs in Kellerräumen oder auch in freier Luft aufgespannte und negativ geladene Drähte durch eine offenbar aus dem Erdboden stammende Emanation stark genug radioaktiv wurden, um mit ihnen photographische Wirkungen ausüben zu können; sie sahen auch die im Keller negativ geladene Sidotsche Blende allmählich ins Szintillieren geraten — kurz und gut überall Anzeichen der Radioaktivität. Dieser Faktor im Naturgetriebe ist uns bisher entgangen. Wozu er dient, warum er vielleicht ganz unent-

[6]) Namentlich haben nach den Untersuchungen Strutts die Thermal-Wässer der englischen Stadt Bath Radiumspuren gezeigt. Da der Einflufs radioaktiver Körper auf den menschlichen Organismus unverkennbar ist, hat man scherzweise von diesen Radiumspuren als dem „Brunnengeist" der heifsen Quellen gesprochen.

behrlich ist und nun und nimmer ausgeschaltet werden könnte, wer will das heute schon sagen. Vielleicht stehen die radioaktiven Erscheinungen mit den Vorgängen der atmospbärischen Elektrizität im engsten Zusammenhange.

Gegenüber den anziehenden, vom Radium in die Diskussion hineingetragenen wissenschaftlichen Problemen verschwinden in der Tat die mehr praktischen fast ganz. Man hat gemeint, einmal die Röntgenröhre durch das viel bequemere radioaktive Präparat ersetzen

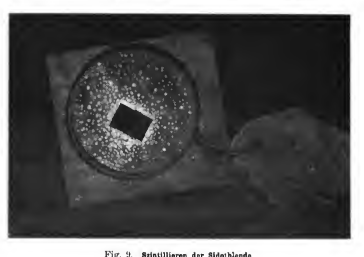


Fig. 9. Szintillieren der Sidotblende

zu können, aber wer einmal Vergleichsaufnahmen mit Ra-Strahlen und X-Strahlen nebeneinander gesehen hat (vgl. die diesem Aufsatz beigegebene Tafel Fig. 10), wird sofort eines besseren belehrt sein. Die Form der Aufnahme wäre ja freilich einfach genug: auf dem Tisch die Kassette mit der Platte, dann etwa die Hand und in einiger Höhe darüber an einem Stativ das Radiumbromid (Fig. 11). Aber im Effekt sind beide Aufnahmen unvergleichbar. Die Röntgenstrahlen haben genau zwischen Fleisch, Knochen und Metall unterschieden, die Hauptmasse der Radiumstrahlen scheint jedoch gar nicht durch die Hand gegangen zu sein (wirklich sind die weniger durchdringungsfähigen α und β-Strahlen zurückgehalten worden); was aber hindurchgegangen ist (die γ-Strahlen), hat eine so grofse Durchdringungskraft, dafs Dichteunterschiede, wie die zwischen Fleisch und Knochen, gar

nicht mehr in Frage kommen. Kaum, dafs noch das Metall an seinem tieferen Schattenwurf kenntlich wird. Selbst wenn also der gewaltige Unterschied in den Expositionszeiten — die Radiumaufnahme dauerte über 1 Stunde, die Röntgenaufnahme kaum 1 Sekunde — nicht in Frage käme, könnte von einer Konkurrenz beider Strahlenquellen in diesem Sinne keine Rede sein.

Schliefslich dürfen wir nicht unerwähnt lassen, dafs das Radium auch dauernd Wasserstoff und Sauerstoff abgibt und, vielleicht als Folge davon, Wärme. Und diese Wärmeabgabe ist gar nicht so gering; sie beträgt nach Curie und Laborde etwa 113, nach Runge und Precht etwa 99 kleine Kalorien, d. h. 6,4 kg Radium würden die einer Pferdestärke entsprechende Wärmemenge liefern. Sofort taucht für jeden denkenden Menschen die Frage auf: Wie lange liefert denn 1 kg Radium diese Energie? — Da kommen wir an den Punkt, dem man als das eigentliche Radiumrätsel bezeichnet hat. Jeder Arbeit leistende Mensch gibt seine Energie aus und bedarf, soll anders er in seiner Arbeit nicht nachlassen, der ständigen Zufuhr von neuer Energie in Gestalt von Nahrungsmitteln; auch jeder Dampfkessel gibt sich aus, wenn er nicht geheizt wird, und die Maschine bleibt stehen; ein Licht zehrt, um strahlen zu können, die in seiner eigenen Körpersubstanz steckende Energie auf, dann erlischt es; selbst eine Röntgenröhre bedarf der dauernden Zufuhr von elektrischer Energie, um ihre auch heute noch so rätselvollen Strahlen auszusenden. Aber das Radium arbeitet fort und fort, es zerhämmert die chemischen Verbindungen, es rüttelt an den Molekülen gewisser Körper, bis sie leuchten, es reifst die festen Verbände der Elektrizitätsatome auseinander, es entwickelt Wärme, — überall macht es sich zu schaffen — doch noch niemand hat eine Erschöpfung an ihm bemerkt, niemand weifs, woher es seinen Verlust deckt, kurz, über die Nahrungszufuhr des Radiums ist man sich noch recht im Unklaren. Scheinbar schafft es Energie aus dem Nichts, aber doch eben nur scheinbar. Denn kein ernster Wissenschaftler wird glauben, die Radiumstrahlung stehe im Widerspruch zum Satz von der Erhaltung der Energie, dem Grundgesetz, auf dem die moderne Naturwissenschaft begründet ist und Sieg auf Sieg errungen hat. Mit blofsem Erstaunen, mit Hypothesen und Phantastereien ist da nichts gemacht, man forsche wissenschaftlich, messe und rechne. Da irgend ein Hintertürchen absolut nicht zu finden ist, durch welches das Radium etwa unbemerkt seine Energie wieder beziehen könne, indem es vielleicht nur einen Energietransformator darstellt, so mufs man einstweilen schon annehmen,

es decke die Ausgabe aus seinem eigenen Körper. Aber wo soll denn diese Energie in einem so winzigen Körper stecken, hören wir ausrufen! Da weifs man Rat. Nach den Berechnungen von Helmholtz gehören ganz gewaltige Energiemengen dazu, um beispielsweise 1 Milligramm Wasser in seine Elektrizitätsatome auseinander zu reifsen. Selbst in etwa 1000 Meter Entfernung würden die freigewordenen positiven und negativen Elektrizitätsmengen einander noch mit der schier unglaublichen Kraft von 100000 kg anziehen. Warum sollten also nicht auch aus einem Gramm Radium infolge einer all-



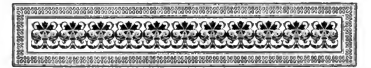
Fig. 11. Anordnung einer Radiumaufnahme.

mählichen atomistischen Umlagerung ganz gewaltige Energiemengen im Laufe von vielleicht Jahrtausenden frei werden können, ein Vorgang freilich, zu dessen qualitativem Nachweis ein Menschenleben gar nicht ausreicht. Die Untersuchungen Ramsays und Soddys deuten überdies auf eine allmähliche Verwandlung der Radiumemanation in Helium hin, ein höchst merkwürdiges, staunenswertes Faktum, denn Radium ist ein Element und Helium auch. Ein Element in ein anderes verwandeln, heifst aber moderne Alchimie treiben, und ein Forscher von der Bedeutung und der Gewissenhaftigkeit Ramsays mag lange mit sich gekämpft haben, ehe er diese Entdeckung kundgab. Wir wissen aber vorderhand nichts Besseres als: Auch das Radium mufs einmal aufhören, Strahlen auszusenden und als Radium zu existieren, geradesogut wie eine Kerze strahlend ihre Energie verausgabt, herabbrennt und dann keine Kerze mehr ist; aber das Radium besitzt ungeheure, im festen Zusammenhange seiner atomistischen Struktur

aufgespeicherte Energievorräte und geht haushälterisch damit um — der Prozefs läuft vielleicht erst in Jahrtausenden ab.

Vieles ist ja freilich auch heute noch für uns an diesem Phänomen rätselhaft; aber die Wissenschaft wird das Radiumrätsel lösen und dann einen gewaltigen Schritt vorwärts getan haben auf dem Wege zu einer einfachen und einheitlichen Naturanschauung.





Über die Popularisierung der Wissenschaften.

Von Prof. Dr. B. Weinstein in Berlin.

Das Thema ist ein recht altes und oft behandeltes. Ich würde es nicht gewagt haben, den Lesern von „Himmel und Erde“ eine nochmalige Besprechung zu bieten, wenn nicht ein bestimmter Anlafs hierzu vorläge. Herr Professor Foerster, dessen Name mit der Wissenschaft der Astronomie verwachsen ist, hat im dritten Bande des vom deutschen Verlagshaus Bong & Co. herausgegebenen Werkes „Weltall und Menschheit“ einen Abschnitt „Die Erforschung des Weltalls“ veröffentlicht. Dem Charakter des genannten Werkes angemessen, welches für breite Schichten des Volkes bestimmt ist, mufste auch diese Arbeit in leichtfafslichem Tone gehalten, populär sein. Es hätte nahe gelegen, eine Besprechung dieser Arbeit in dem hierfür bestimmten Teile dieser Zeitschrift zu liefern. Allein eine solche Besprechung, wenn sie nicht eine blofse Anzeige oder alberne Lobhudelei sein soll, konnte ohne genaueres Eingehen auf den Inhalt und auf die Frage, wie der Aufgabe der Popularisierung gerecht geworden ist, keinen Wert haben, und da hierfür Raum in jenem Teile nicht vorhanden ist, habe ich mit Billigung der Redaktion die Form eines Aufsatzes gewählt, in der die Besprechung, wenn sie auch Hauptzweck ist, doch in allgemeinen Auseinandersetzungen verwebt werden soll.

Einen Wissenszweig populär darstellen, heifst: nicht dem Publikum die interessanten Ergebnisse mitteilen, sondern die betreffenden Lehren und die gewonnenen Erkenntnisse in verständlicher Sprache vorführen, dafs ein Überblick über das Wesen der betreffenden Wissenschaft gewonnen wird und über ihre Bedeutung für geistiges und praktisches Leben. Gegen diese Forderung wird ganz aufserordentlich oft und viel gesündigt. Es erscheinen jahraus jahrein populäre Abhandlungen und Bücher, deren Inhalt fast wertlos ist und die sogar oft genug Anlafs zur Verbreitung ganz schiefer Ansichten und selbst falscher Behauptungen geben. Es scheint, als ob manche ihre Hauptaufgabe bei Ab-

fassung eines populären Werkes darin sehen, mit möglichst vielen Worten möglichst wenig zu sagen. Neue Aussichten, die ein Forscher nur andeutet, werden mit breitem Pinsel und grellen Farben hingemalt, als handelte es sich um Darstellung sicher durchforschten Landes. Behauptungen, deren Bereich die Wissenschaft eng umschränkt, werden ins Ungemessene vertrieben und bei Mangel der Kenntnisse, die ihre Grundlage bilden, gänzlich falsch angewendet. Schuld an solcher Entartung der populären Darstellung der Wissenschaften sind zu sehr grofsem Teile die Zeitungen und die nichtfachwissenschaftlichen Zeitschriften. Es ist kaum zu glauben, welch ein Unsinn manchmal dem Publikum in Form des wissenschaftlichen Berichtes aufgetischt wird. Ich erinnere mich eines Falles, in welchem in einer sehr angesehenen Zeitung ein Referat über die Darstellung flüssigen Sauerstoffs gegeben wurde. Das Referat war einer französischen Veröffentlichung entnommen und dort war gesagt, dafs der betreffende Experimentator zur Darstellung des Sauerstoffs sich des potasse chlorat bedient hätte. Flugs übersetzte der Herr Berichterstatter potasse mit Pottasche, und da er zwar das Wort Chloral oft genug gehört hatte, mit dem chlorat aber nichts anzufangen wufste, hielt er das t am Schlufs für einen Druckfehler statt l, und kam so zu der geistvollen Behauptung, der Sauerstoff wäre aus Pottasche-Chloral hergestellt worden. Eine solche Übersetzung hätte natürlich nicht geschrieben werden können, wenn der betreffende Berichterstatter auf dem Wissensgebiete der Chemie nicht so ganz und gar kenntnislos gewesen wäre. Das ist kein vereinzelter, sondern nur ein typischer Fall; wer sich Mühe geben wollte, unsere Zeitungen und Zeitschriften in ihren wissenschaftlichen Mitteilungen etwas genauer zu prüfen, würde eine wunderliche Blumenlese halten.

Nun ist allerdings nicht zu verkennen, dafs die Popularisierung der Naturwissenschaften mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist. Es erfordert keine übermäfsigen Kenntnisse, den Inhalt eines theologischen Werkes in sich aufzunehmen. Selbst juristischen und nationalökonomischen Auseinandersetzungen zu folgen, ist nicht allzuschwer. Überhaupt gehören hierher alle rein geistigen Wissenschaften, sowie die erzählenden und diejenigen, welche sich auf eine geringe Zahl von Gegenständen beziehen, die jedermann, wenn auch nicht dem Wesen, so doch der Sache nach geläufig sind. So paradox es vielleicht klingt, so möchte ich doch die Behauptung aufstellen, dafs man die Sprache schlecht beherrscht, wenn man nicht selbst ein mathematisches Werk ohne Formeln und Figuren zu schreiben vermag. Kant hat das in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie

des Himmels“ getan. Allein mit den eigentlichen Naturwissenschaften ist es anders bestellt. Sie erfordern eine Menge von Sonderkenntnissen, die man nur nach langem Studium erhält, und diese Sonderkenntnisse stehen vielfach vereinzelt nebeneinander, so dafs das Gedächtnis ungemein beschwert wird. Dazu kommt, dafs die Naturwissenschaften sich viele Namen haben schaffen müssen, welche für ganze Erscheinungsklassen stehen, vom nicht hinreichend Unterrichteten aber leicht als Namen für Gegenstände aufgefafst und weitergegeben werden. Solche Namen sind z. B. elektrischer Strom, Energie. Mancher Schriftsteller, der in einem populären Werke mit diesen Namen wie mit den alltäglichsten Dingen herumarbeitet, würde in tödliche Verlegenheit geraten, wenn er sagen sollte, was er eigentlich unter ihnen versteht. Und diese Namen sind nicht einmal zu den eigentlichen sogenannten termini technici zu rechnen, davon gerade die Naturwissenschaften fast eine Legion besitzen, und mit denen man bekannt sein mufs, wenn man die Fachveröffentlichungen verstehen will. Aber könnten nicht diese Fachveröffentlichungen selbt verständlicher gehalten sein? Gewifs! Der Fachmann verlangt das aber nicht und braucht es nicht. Zwischenwerke zwischen reiner Wissenschaftlichkeit und allgemeiner Verständlichkeit werden zwar geschrieben, verkaufen sich jedoch schlecht, weil sie der Fachmann wegen Weitläufigkeit, das Publikum wegen doch nicht hinreichender Verständlichkeit ablehnt.

Es ist oft behauptet worden, dafs dem Publikum überhaupt nur an den sogenannten interessanten Ergebnissen der Wissenschaft liegt, dafs es ärgerlich diejenigen Seiten überschlägt, die im höheren Sinne des Wortes belehrend sein sollen; wie in manchen Gesellschaften, wenn es sich nicht gerade um Vertiefung eines Klatsches handelt, es zum guten Ton gehört, das Gesprächsthema möglichst oft zu ändern damit ja keine Unterhaltung herauskommt, welche vom Zuhörer geistige Anstrengung oder gar Äufserung geistiger Tätigkeit erfordert. Das mag und wird für einen Teil des Publikums der Fall sein. Aber wer zwingt einen, für diese Leute zu schreiben, für welche selbst das geistig ärmlichste Mahl zu schade ist? Dagegen gibt es immerhin eine grofse Zahl von Menschen, die etwas mehr von einer Wissenschaft kennen lernen will als die Modeerscheinungen, die vielfach sogar hohen geistigen Hunger hat. Wenige von den populären Büchern, mit denen der Markt überschwemmt wird, sind geeignet, diesen geistigen Hunger zu stillen; weitaus die meisten bieten leeren Schaum statt guter Kost, manche nur Kieselsteine.

Ein populäres Werk, wenn es nicht rein erzählend ist, mufs

seinen Gegenstand im *inneren* Wesen erfassen und behandeln. Gegen diesen Satz wird am meistens gefehlt, und nicht blofs in populären Werken; selbst streng wissenschaftliche Werke lassen oft genug über das Wesen dessen, was vorgetragen wird, im Unklaren. Solche Werke belasten das Gedächtnis aufserordentlich, weil die *Warte* fehlt, von der aus das Ganze zu überblicken ist, und diese wird eben von den letzten Grundlagen der Wissenschaft und von ihrem besonderen Zweck, welche ihr Wesen ausmachen und die ganze Darlegung und Entwickelung ihrer Lehren ordnen, gegeben. Die Wissenschaften schreiten in der Regel vom Einzelnen zum Allgemeinen fort; selbst von genialen Naturen werden sie auf Grund von Einzelheiten gefördert oder geschaffen, nur dafs diesen eine geringe Zahl solcher Einzelheiten genügt, um das Ganze divinatorisch zu erkennen. Ob man pädagogisch die induktive oder deduktive Methode zu wählen hat, hängt vom Lernenden und vom Lehrer ab, wohl auch vom betreffenden Wissensgebiete. Hier lassen sich nur Durchschnittsregeln geben, die sich naturgemäfs wesentlich nach den Lernenden zu richten haben und sich auch richten. In populären Werken, die doch der Hauptsache nach für einen Kreis bereits geistig entwickelter Leser berechnet sind, scheint mir der Vortrag vom Allgemeinen zum Besonderen der zweckmäfsigere. Er stellt den Leser sofort auf einen höheren Standpunkt, so dafs er mehr seinen Lehrer begleitet als ihm folgt. Er ist auch für den Leser, der doch bald wissen möchte, wo das hinaus will, nicht so ermüdend, wie wenn er einen Fufs nach dem andern in die Schrittspuren seines Führers setzen mufs, wobei er notwendig immer auf diese Spuren zu achten hat und so weder Umgegend noch die Ferne sehen kann. Dafs das nicht immer angängig sein wird, will ich zugeben, aber wenigstens darf der Leser nicht zu lange über das Wesen der Sache im Unklaren gelassen werden.

Eine zweite Forderung für populäre Werke ist möglichst klare Darlegung des *Handwerksmateriale*, wozu namentlich auch die zu benutzenden Kunstausdrücke gehören. Ich würde es für ganz verkehrt halten, wenn jemand in dem Wunsche, möglichst populär zu sein, dieses Handwerksmaterial verstecken wollte. Gewisse termini technici sind unumgänglich, wenn die Ausdrucksweise nicht sehr schleppend sein soll. Trifft der Leser sie anderweitig, so weifs er ihre Bedeutung nicht. Andererseits müssen diese termini genau ihrer Bedeutung nach angegeben sein, damit der Leser nicht mit ihnen wie so mancher mit den Fremdworten umgeht. Auch dagegen wird recht oft gesündigt, vielleicht in den exakten Wissenschaften weit weniger

als in den philosophischen und ästhetischen, wo der Sinn mancher Auseinandersetzung undurchdringlich ist, weil der Herr Verfasser es verschmäht hat, anzugeben, was er mit den besonderen Worten hat ausdrücken wollen. Meist sind diese Worte lateinisch oder griechisch gebildet, die Übersetzung soll selbstverständlich die Bedeutung geben. Aber wir sind schon bei vielen Worten unserer eigenen Muttersprache im Zweifel, wie wir sie deuten sollen, weil sie mehrere Deutungen zulassen. Aufserdem wandelt sich ja die Bedeutung der Worte mit der Zeit. Hierüber habe ich mich an einer anderen Stelle in dieser Zeitschrift eingehender ausgelassen.

Sodann soll ein populäres Werk klar geschrieben sein. Das verlangt vor allem, dafs der Verfasser selbst sein Thema voll beherrscht. Es ist schon bemerkt, wie wenig das oft der Fall ist. Es ist freilich kein Buch so schlecht, dafs man aus ihm nicht einiges lernen könnte. Des geringen wegen kauft aber der Leser das Buch nicht, und ein Verfasser, der nicht über seinem Thema steht, wird seinen Leser einige Vokabeln aus der Sprache der betreffenden Wissenschaft lehren, nicht aber diese Sprache selbst. Das ist so klar, dafs hierüber kein Wort verloren werden sollte.

Nun aber kommt eine Forderung, die dem Gebiete des Geschmacks angehört und sogar namentlich bei Fachleuten Anstofs erregt. Ein populäres Werk soll gut geschrieben sein. Den Herren der Wissenschaft wird oft vorgeworfen, dafs sie das nicht verstehen, sondern ihre Gelehrsamkeit faustdick in schweren, oft nicht zu entwirrenden Sätzen vortragen. Dieser Vorwurf traf früher mehr zu; gegenwärtig beherrschen auch die Gelehrten die Sprache gut. Ich will das Deutsch der Zeitungen nicht übermäfsig loben, man liest oft genug, selbst in besseren Blättern, liederlichst gebaute Sätze. Aber man wird den Zeitungen nicht bestreiten können, dafs sie im allgemeinen in auffallend klarer und guter Sprache geschrieben sind und dafs sie nicht wenig dazu beigetragen haben, unsere Sprache durchzukneten und durchzuarbeiten und mit weit verbreiteten treffenden Ausdrucksmitteln zu bereichern. Sie sind eben für die weitesten Schichten des Volkes bestimmt und müssen sich verständlich machen. Das abstofsend Banausische so vieler unserer Tagesblätter liegt am wenigsten in ihrer Sprache, die im Gegenteil selbst in kleinsten Käseblättchen immer noch bis zu einem gewissen Grade eine gewählte ist, sondern in ihrem Inhalt, der dem jämmerlichsten Gesellschaftsklatsch und den schauerlichen Nachtseiten des Menschen so breitspurig gewidmet ist.

Der sprachliche Einflufs der Zeitungen ist nicht zu unterschätzen, und er hat sich zweifellos auch in der Schreibweise unserer Gelehrten geltend gemacht. So abstrakt geschriebene Bücher, wie sie frühere Generationen haben verdauen müssen, kommen nicht mehr auf den Markt. Viele Gelehrte schreiben sogar eher ein elegantes Deutsch. Der Forderung der guten Sprache wird also gegenwärtig im allgemeinen genügt. Bis zu einem gewissen Grade mufs die Sprache auch lebhaft sein. Wir haben doch Ausrufungszeichen, Fragezeichen und Gedankenstriche, warum sie scheuen? Etwa um die klassische Ruhe der Antiken zu wahren? Aber den antiken Schriftstellern ist es gar nicht eingefallen, auf diese vorzüglichen Mittel, das Interesse zu erhalten, zu verzichten. Wer das behauptet, hat weder Demosthenes, noch Thukydides gelesen und kennt seinen Platon herzlich wenig. Es sind auch nicht gerade die angenehmsten Schriften Goethes, in denen die olympische Ruhe waltet und milde Ausdrücke herrschen, während dagegen seine italienischen Reisen, von dem abgedroschenen Beispiel des Werther zu schweigen, Gluten und Flammen im Herzen entfachen. Zur Lebhaftigkeit der Sprache gehört auch die Einflechtung guter Bilder, die übrigens auch an sich nicht zu entbehren sind, wenn eine körperliche Welt in Worten und doch vorstellbar geschildert werden soll. Etwas zuviel Phantasie bei der Wahl von Bildern schätze ich in populären Werken immer noch höher als zu dürftiges Ersinnen, denn der Mensch kann einmal die Welt des Scheines nicht entbehren und freut sich ihrer mannigfachen Gestaltung.

Nun hat man, fortgerissen durch die aufserordentlichen Fortschritte auf dem Gebiete der graphischen Künste, angefangen, in die Bücher eine solche Fülle von wirklichen Bildern hineinzutragen, dafs das Wortbild fast entbehrt werden kann. Ich komme hier auf einen etwas wunden Punkt in unserer Buchentwickelung zu sprechen. Die Abbildungen beginnen den Text zu überwuchern, und es besteht dringende Gefahr, dafs unsere Bücher zu Bilderbüchern herabsinken. Wir gehen diesem Ende anscheinend mit Riesenschritten entgegen. Selbst für Bücher über darstellende Kunst kann das nicht erwünscht sein. Ein Buch und eine Bildersammlung sind zwei durchaus verschiedene Gegenstände; in der Tat werden sie ja auch vielfach getrennt gehalten, man gibt einen Band Text und einen Band Abbildungen oder Tafeln. Aber gerade bei den wissenschaftliche Fragen behandelnden Werken geschieht das nicht, und kann das auch nicht geschehen, weil ja die Bilder — nicht wie in der Kunst — nur

Nebensache sind. Sie sollten also auch hier Nebensache bleiben und nicht dem Worte den Raum verkümmern.

Herr Professor Foerster hat dem Verfasser gegenüber öfter die Befürchtung ausgesprochen, ob nicht in seinem Werke in bezug auf Abbildungen etwas zu viel getan sei. Der Befürchtung wäre vielleicht zuzustimmen, wenn nicht der grofse Gelehrte in der Lage gewesen wäre, über den Umfang des Textes selbst bestimmen zu dürfen und sich ihn nicht verkümmern zu lassen. Aufserdem, was würde es nützen, sich der Modernen entgegenzustellen; dieses zarte Wesen hat einen ehernen Schritt, mit dem sie vielfach gute Einsicht und beste Gewohnheit niedertritt. Die Abbildungen in dem Werke, das uns hier beschäftigt, sind dreierlei Art: erläuternd, historisch, darstellend. Über die Abbildungen der ersten Art ist nichts zu sagen, sie sind notwendig, um das Wort zu unterstützen; es ist aber bemerkenswert, dafs gerade ihrer die geringste Zahl vorhanden ist. In der Tat braucht auch der Herr Verfasser nicht viel seine eindringlichen Mitteilungen zu erläutern. Hier entscheidet die Darstellungskunst des Forschers, die Bilder stecken schon in den Worten und müssen nur hin und wieder aus dem Text ins Weifse hinüberfliefsen. Bei weitem die meisten der Abbildungen sind historischer Bedeutung. Von diesen stehen uns menschlich nahe die Antlitze der Fürsten in der astronomischen Wissenschaft. Wir sehen den behäbigen Patrizier Hevel, die langgezogenen Züge des Kopernikus mit dem wie betend halbgeöffneten Mund, Tycho Brahe mit dem Gesichtsausdrucke des etwas junkerlichen Adligen und dann Kepler, von den Genannten wohl der genialste, und, wie sich's für das Genie schickt, ein Mann des Unglücks und der Entbehrung. Ptolemäus habe ich übergangen; in dem auch nur als „angeblich“ bezeichneten Porträt sieht der Herr aus, wie wenn er nicht die Feder des Gelehrten geschwungen hätte, sondern ein Schwert als ehrenfester Ritter. Wir haben dann die Gewaltigen Galilei und Newton, den grofsen Huyghens und auf einer besonderen Tafel, mit Beobachtungen neben ihrem Herrn Gemahl beschäftigt, die anscheinend sehr ansehnliche Gattin Hevels. Nach einer Dame sollte es eigentlich nichts Erwähnenswertes mehr geben, aber Herschel, Alexander v. Humboldt und Bonpland, Schiaparelli können nicht gut übergangen werden. Es hiefse trockene Gelehrsamkeit allzusehr zur Schau tragen, wenn man sich über solche Abbildungen nicht freute; am Ende interessiert uns doch nicht blofs die Tat, sondern auch der, welcher sie vollbracht hat. Warum soll es in der Wissenschaft anders sein als auf anderen Gebieten? Es kann nur willkommen

geheifsen werden, wenn auch im Fachwissenschaftlichen dem Menschlichen mehr Rechte eingeräumt werden. Unsere ganze Zeitrichtung geht auf das Menschliche, und das ist gut, denn da ist am meisten und segensreichsten zu wirken. Von dem Herrn Verfasser des in Frage stehenden Werkes ist bekannt, wie sehr ihn die rein menschlichen Probleme beschäftigt haben und noch beschäftigen.

Die anderen historischen Abbildungen veranschaulichen frühere Apparate und Einrichtuugen für Himmelsbeobachtungen: sie haben wissenschaftliches Interesse, insofern sie zugleich die einfachen Beobachtungsmethoden erläutern, aber auch kulturelles für den Stand der Technik früherer Jahrhunderte nnd fremder Völker. Kulturelle Bedeutung ist auch den Abbildungen zuzuschreiben, welche frühere Vorstellungen über Himmelserscheinungen und Weltenbau betreffen. Hier kommen die Mythologie und Astrologie zu ihrem Recht, und wenn man daran denkt, dafs der Ägypter seine Weltansicht mehr als 4000 Jahre für richtig gehalten hat, wir dagegen unseren Weltbau vor kaum 400 Jahren errichtet haben und nicht darauf schwören können, wie die Zukunft ihn weiter bilden wird, so wäre es eigentlich Überhebung, die Meinungen der alten Kulturnationen, deren Tüchtigkeit wir aus den Ausgrabungen mehr und mehr bewundern und anstaunen lernen, als altes Gerümpel zu betrachten und in einem umfassenderen Werke unberücksichtigt zu lassen. Die dritte Klasse von Abbildungen ist für die Belehrung die wichtigste. Die Darstellung von Sonne, Mond, Planeten, Kometen, meteorischen Erscheinungen u. s. w. darf in einem solchen Werke gar nicht fehlen. Dafs manche dieser Darstellungen durch landschaftliche Zugabe interessant gestaltet sind, wer kann das splitterrichternd tadeln?

Ich habe mich bei den Abbildungen in dem Foersterschen Werke lange aufgehalten und sie gern analysiert, weil ich ein Bedenken zerstreuen wollte, welches, wie bemerkt, der Herr Verfasser selbst gehabt hat. Wahrscheinlich werden sich sehr viele darüber wundern, dafs das nötig gewesen sein sollte; ich glaube sogar, dafs nur wenige diesen unterhaltenden und belehrenden Schmuck nunmehr entbehren möchten. Über den Text zu sprechen, steht mir nur soweit zu, als mir die Materie selbst nicht fremd ist und als es die Form betrifft. Mir scheint in dem Werke nichts übergangen, was die rechnende, beobachtende und beschreibende Astronomie betrifft. Der schöne erste Satz der Einleitung lautet: „Es soll an dieser Stelle versucht werden, weiten Kreisen eine möglichst einleuchtende Vorstellung von der grofsen astronomischen Forschungs- und Gestaltungsarbeit zu geben, durch welche die

Menschheit bis zu der gegenwärtigen Stufe ihrer Auffassung vom Weltall und von der erhabenen Gesetzmäfsigkeit seiner Erscheinungen gelangt ist." Die Aufgabe ist in wenigen Worten klar und einfach umschrieben. Persönlich habe ich vom Weltall eine etwas andere Auffassung als sie im Werke niedergelegt ist, denn mich dünkt, dafs die starre gegenseitige Gebundenheit der Weltkörper sich nicht wird aufrecht erhalten lassen, und dafs man zur Anerkennung von Individualitäten gelangen wird. Aber das kommt nicht in Betracht. Die Hauptsache ist die verblüffende Einheitlichkeit der Welt bis in die tiefsten bisher erforschten Tiefen, und das leitet auch die Grundstimmung des Werkes. Man kann sich manchmal darüber ärgern, dafs die Wissenschaft sich so erpicht darauf zeigt, alles möglichst auf das Alltägliche zurückzuführen, aber etwas anderes würden wir auch nicht erfassen können, denn für Märchen und Mythen sind wir nicht mehr zugänglich.

Von dem Inhalt des Werkes eine Übersicht zu geben, darf ich unterlassen; es handelt sich hier nicht um eine magere Aufzählung. Die Darstellungskunst des Verfassers hat gestattet, Fragen selbst fast rein fachwissenschaftlichen Charaktere zu behandeln. An populären Büchern über Astronomie, die ja seit jeher die populärste Wissenschaft gewesen ist, hat es zu keiner Zeit gefehlt und fehlt es auch gegenwärtig nicht. Was diesem Werke den Vorrang sichert, ist der hohe Standpunkt, von dem es geschrieben ist. Dafs der Verfasser infolgedessen erheblichen Gedankenanteil vom Leser verlangt, ist sein gutes Recht. Ein Autor, der seine Leser ohne Gegenleistung läfst, hat ein Schulbuch geschrieben; und jedes nach seiner Art. Einen Mangel des Werkes möchte ich nicht unerwähnt lassen; es ist in einem Zuge geschrieben, ohne Teilung in Kapitel oder Abschnitte, nur Nebenschriften kennzeichnen den Inhalt der Abschnitte. Bei der streng eingehaltenen Methode, welche sich befolgt findet, wäre es vielleicht möglich gewesen, den Satz mehr zu unterteilen. Warum das nicht geschehen ist, weifs ich nicht, aber das Auge vermifst die Ruhepunkte, die ihm abschnittliche Überschriften gewähren, und ich fürchte, dafs auch das Lesen dadurch etwas erschwert ist, denn dem Auge folgt der Geist und auch dieser harrt gern an manchen Stellen und kann dann zurückschauen.

Was endlich die Sprache anbetrifft, so ist diese rein individuell zu bemessen. Der Herr Verfasser schreibt einen so bestimmten Stil, dafs er an zwei Sätzen sofort zu erkennen ist. Auch das ist sein gutes Recht, und es ist alles bei grofsem Reichtum der Bilder und Worte klar und anschaulich.

Als Herr Professor Foerster mit mir von diesem Werke zum ersten Male sprach, sagte er, er hätte den Wunsch gehabt, einmal von recht vielen gelesen zu werden, denn die fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen hätten einen gar kleinen Leserkreis. Ich bin der Überzeugung, dafs sein Wunsch in reichem Mafse erfüllt ist, und das liegt auch im Interesse der Wissenschaft und ihrer Verbreitung.





Der Ackerboden und seine Geschichte.

Von A. P. Netschajew.
Aus dem Russischen übersetzt von S. Tschulok-Zürich.

(Schlufs.)

Endlich wurde in neuester Zeit auch die hervorragende Bedeutung der Mikroorganismen erkannt, welche im Boden die mannigfaltigsten physikalisch-chemischen Prozesse vollbringen. So wird z. B. einer der wichtigsten Bestandteile des Bodens, der Salpeter, der Träger des für die Pflanzen unentbehrlichen Stickstoffs, durch die Lebenstätigkeit eines besonderen Mikroorganismus aus Ammoniak und Ammoniakverbindungen erzeugt. Die biologische Natur des Vorgangs der Salpeterbildung (Nitrifikation) wurde 1877 durch Schlösing und Münz aufgeklärt, und die nitrifizierenden Bakterien erhielten den Namen Nitrobakterien. Man hat Gründe, anzunehmen, dafs dieser Mikroorganismus sogar die Fähigkeit besitzt, elementaren, aus der Luft aufgenommenen Stickstoff in Nitrate umzuwandeln. Wenigstens wurde selbst auf völlig nackten Felsen die Anwesenheit von Nitrobakterien konstatiert. Indem sie hier in ungeheurer Zahl auftreten und in die feinsten Felsspalten eindringen, üben sie wahrscheinlich dieselbe Wirkung aus wie die Flechten und Moose. Es wurde die Vermutung ausgesprochen, das Faulhorn im Berner Oberlande werde fast ausschliefslich durch Mikroorganismen zerstört. Es ist wohl möglich, dafs der Zerfall und die Auflockerung bedeutender Gesteinsmassen der unsichtbaren Arbeit der Nitrobakterien zuzuschreiben ist.

Auch die Tiere nehmen einen sichtbaren Anteil an den Vorgängen der Bodenbildung. Besonders beachtenswert ist die Tätigkeit der Regenwürmer, die zuerst von Darwin untersucht wurde. Die Regenwürmer durchsetzen den Boden mit unzähligen langen Gängen, verschlucken Erde, lassen sie durch ihren Verdauungskanal passieren und werfen sie dann an die Oberfläche in Form von ovalen oder kugelförmigen Anhäufungen. Jedermann kann diese Häufchen Erde

im Garten und Feld bemerken. Sie haben keinen dauernden Bestand — der erste Regen vernichtet sie. Indem der Wurm die nichtzersetzten organischen Reste verschluckt, verwandelt er sie in Humus und wirft sie auf die Oberfläche. Da die Würmer aber ihre Nahrung den tieferliegenden Schichten entnehmen, bewirken sie aufserdem eine gleichmäfsigere Durchmischung der Bodenbestandteile. Die Tätigkeit der Würmer ist in einigen Gegenden überraschend. In England könnten die Auswürfe dieser Tiere das ganze Land mit einer Schicht von 1/2 cm Dicke bedecken, in Madagaskar sogar mit einer solchen Schicht von 2 cm. Die Wälder von Dänemark haben ausschliefslich den Würmern ihren fruchtbaren Boden zu verdanken. Die Ziesel, Hamster, Murmeltiere und andere Nager spielen eine nicht minder wichtige Rolle. In den südrussischen Steppen werfen sie Erdhaufen aus, die zuweilen den zehnten Teil der Oberfläche bedecken und bis zu 18—25 Kubikmeter pro Quadratkilometer des Areals ausmachen. Die Insektenlarven üben zuweilen auch durch ihre massenhafte Vereinigung eine grofsartige Wirkung aus; manchmal konnte man schon bis zu 5 Millionen Larven pro Quadratkilometer zählen.

Zwar ist in gewissen Fällen die Tätigkeit der Tiere ungeheuer, aber nichtsdestoweniger fällt der Hauptanteil an der Bereicherung des Bodens mit Humus, und somit an der Bodenbildung im allgemeinen, den Pflanzen zu. Die verschiedenen Arten der Vegetation üben bei ihrem vorherrschenden oder ausschliefslichen Vorkommen eine verschiedene Wirkung aus und bedingen einen bestimmten Aufbau und eine bestimmte Zusammensetzung der Böden. Die Bäume entsenden ihre wassersuchenden Wurzeln in die Tiefe der Gesteine und breiten sie auf grofse Entfernungen aus, können daher keine derartige Anhäufung von Humus veranlassen, wie eine Grasdecke. Anderseits zerklüften die Bäume mit ihren Wurzeln das Gestein in verschiedenen Richtungen und veranlassen einen Zerfall des Ursprungsgesteins in lauter Polyeder, was im Volke als nussartige Struktur des Bodens bezeichnet wird. Anders wirkt die Grasvegetation. Die Graswurzeln, zu einem feinmaschigen Netz verflochten, liefern bei ihrer Verwesung grofse Mengen von Humus und bewirken eine vollkommene Durchmischung der organischen und der mineralischen Bodenbestandteile. Daher sind die Steppenböden viel homogener als die Waldböden und übertreffen die letzteren an Humusgehalt. So wird durch den Charakter der Vegetation die Zusammensetzung und die Struktur des Bodens bedingt, und daher werden innerhalb einer gegebenen physikalisch-hydrographischen Region, die durch das Vorherrschen gewisser

Vegetationsformen charakterieiert iet, auch die Böden mehr oder weniger gleicbartig eein.

Eine grofee Bedeutung für den Prozefs der Bodenbildung kommt auch dem Klima zu. So muss sicb z. B. im Südoeten von Rufeland, wo bei starkem Wassermangel ein Überecbufs an Wärme und Licbt herrscbt, wo der Sommer lang und der Winter kurz ist, der Humus aufeerordentlich langsam anbäufen. Hier iet der jährliche Zuwachs der Vegetation fast genau gleich dem jährlichen Ahgang an Humue; daher ist der Boden durcb geringen Gehalt an organiscben Beetandteilen und dementsprecbend durch eine schwache Färbung cbarakterisiert. Umgekebrt liegt das Verhältnie in Nordrufsland, wo hei der weiten Verbreitung von Seen und Sümpfen ein Überscbufs an Feucbtigkeit beeteht, und wo der jährliche Zuwachs an Humus den jährlichen Ahgang desselben übertrifft. Hier eind die dunklen Moorböden weit verhreitet. Im äufsersten Norden, wo der Sommer und die Vegetationeperiode kurz eind, sind die Bodenbildungsprozeese nur scbwach auegesprocben. Endlich nimmt in den Ländern mit trockenem Kontinentalklima, in näcbeter Nachbarechaft der Wüste, aucb der Wind, der grofse Stauhmassen transportiert, einen wichtigen Anteil an der Bildung der Bodenechicbt. Kurz, die Eigenechaften dee Bodene eteben in innigem Zueammenhang mit dem Klima dee Landes, und daber müssen innerhalh einee gegebenen pbysikalisch-geographiechen Gebietes, sofern die klimatiechen Verhältnisse gleichartig hleihen, auch die Böden mehr oder weniger gleichartig sein.

Die Kenntnis der Bedingungen, unter denen die Böden entstehen, führt uns zu einer böchet wichtigen Schlufefolgerung. Die Zueammeneetzung, der Bau, die Farbe und überhaupt alle Haupteigenechaften des Bodens werden durch die allgemeinen, in dem gegebenen physikogeographiechen Gebiet herrschenden Bedingungen hestimmt, also vor allem durch Klima und Art der Vegetation. Ferner verwischt ja auch die einfache Verwitterung, sofern sie unter analogen geographischen Verhältniesen verläuft, die ursprüngliche Verschiedenbeit der Gesteinsarten.

Mit Rücksicht darauf kann aber die Verhreitung der hauptsächlichen Bodentypen über die Erdoherfläche keine zufällige eein. Da sowohl die klimatischen als die Vegetationszonen sich in gewieser Folge vom Äquetor bis zu den Polen ablösen, so müssen auch die Böden in Zonen oder Gürteln, die einander in derselhen Richtung folgen, angeordnet eein. Profeesor N. M. Seibirzew, der dieses Gesetz definitiv festgestellt hat, unterecheidet folgende eiehen Bodenzonen:

1. Zone der Lateritböden. Dies sind die Böden der tropischen und subtropischen Länder, wo die hohe Temperatur und Feuchtigkeit eine tief eingreifende Verwitterung des Muttergesteins begünstigen und zugleich eine energische Lebenstätigkeit der Bakterien, eine schnelle Zersetzung der Pflanzenreste, eine reichliche Anhäufung salpetersaurer Salze u. s. w.

Gebildet haben sich diese Böden aus Lateriten, eigenartigen roten, porösen Gesteinen, die in äquatorialen Gegenden eine weite Verbreitung haben und ihrerseits durch Zerstörung von Gebirgen entstanden waren. Nach Richthofen „wächst die Mächtigkeit der lockeren Lateritschicht fortwährend auf Kosten der sie unterlagernden Gesteine, deren Zerstörung immer tiefer greift". Übrigens erfolgt die Zunahme dieser Ablagerung auch von der Oberfläche her: das fliefsende Wasser und der Wind tragen feste Teilchen herbei, die sich ebenfalls in Laterit verwandeln. Verschiedene Gesteinsarten, wie z. B. Gneise und kristallinische Schiefer, Sedimente und Eruptivgesteine (etwa Basalte), liefern das Material zur Bildung des Laterits, doch sind die mechanischen und chemischen Vorgänge, die diese Gesteinsart erzeugen, in den Einzelheiten noch nicht aufgeklärt. Der durch die Tätigkeit der tropischen Vegetation und der Würmer umgebildete Laterit gibt den genannten Lateritböden den Ursprung. Diese Lateritböden haben einen wechselnden Gehalt an Humus, gewöhnlich 1—2 %. Ihre Farbe ist gelb, rot, himbeerrot oder schokoladenbraun; sie sind reich an Zersetzungsprodukten verschiedener Silikate. Man findet sie in Südostasien, Afrika, im tropischen Amerika, doch sind sie noch wenig untersucht. Als Vertreter dieses Typus kann der indische „Regur" dienen. Diesem Typus nähern sich vielleicht auch einige rötliche Böden in den heifsen und feuchten Gegenden Transkaukasiens, — Verwitterungsprodukte des Grundgebirges auf primärer Lagerstätte.

2. Atmosphärenstaub- oder äolische Löfsböden sind in den Zentralteilen der Kontinente verbreitet, wo ein scharf ausgesprochenes Kontinentalklima herrscht und wo die Verwitterung von einem Ausblasen der Verwitterungsprodukte begleitet wird. Die Böden dieses Typus entstehen unter der Mitwirkung einer Grasvegetation aus Löfs, roter Erde und anderen staubartigen Ablagerungen und sind in der Farbe hell, aschgrau, gelblichgrau oder rötlich. Die chemische Zusammensetzung steht derjenigen des Mutterbodens nahe. Sie sind arm an Humus, von dem sie gewöhnlich 1 %, nie aber mehr als $2\frac{1}{2}$ % enthalten und erreichen bei klumpig-mehliger, staubiger oder feinkörniger Struktur zuweilen eine bedeutende Mächtigkeit. Zu diesem

Typus gehören die Löfsböden von Turkestan und Transkaspien, wo es nur im Frühling und im Herbst regnet und wo im Sommer die Hitze bis zu 50 ° C. steigt. Die Luft ist immer mit einem gelblichen, staubigen Nebel erfüllt. Hier entsteht die Humusschicht selbst unter der Mitwirkung der atmosphärischen Ablagerungen. Im allgemeinen ist der Boden dieser Gegend für das Pflanzenwachstum günstig, doch verlangen die Kulturfelder eine künstliche Bewässerung. Aufser der aralokaspischen Niederung umfafst die in Rede stehende Bodenzone einen beträchtlichen Teil des asiatischen Kontinents, nämlich: die Löfsgebiete von China, den Nordwesten von Indien, den Iran, Arabien — und in der Fortsetzung auch Nordafrika. In den Trockengebieten von Amerika werden ebenfalls solche Staubböden beobachtet. In der Südhemisphäre findet sich als Vertreter dieses Typus die rote Erde des Hottentotten- und Betschuanalandes (Südafrika).

3. Die Böden der trockenen Steppen oder die Wüstensteppenböden. Hierher gehören die Böden der Artemisia- und der Artemisia-Kaktussteppen der nördlichen und südlichen Hemisphäre. Sie bilden sich aus tonigem und sandigem Muttergestein und zeigen eine braune oder graue Färbung. In letzterem Falle stellen sie auch eine Reihe von Übergängen zur Schwarzerde dar. Die Zone dieser Böden umfafst im europäischen Rufsland eine breite Fläche zwischen dem Ural und dem Unterlauf der Wolga und setzt sich fort in das Manytschgebiet, in die Steppenzone der Krimhalbinsel und der Küsten des Schwarzen Meeres. Im asiatischen Rufsland gehören Teile der Gebiete Ural, Turgei, Akmolinsk und Ssemipalatinsk dieser Zone an. In diesem ganzen, weiten Gebiet erfolgt die Verwitterung unter dem Einflufs sporadischer Niederschläge und mangelnder Bodenfeuchtigkeit. Die jährliche Niederschlagsmenge schwankt hier zwischen 30 und 40 cm. Mehr als ein Drittel davon entfällt auf die Sommermonate und unterliegt daher einer intensiven Verdunstung. Die Sommerhitzen werden von versengenden Winden begleitet. Im Winter herrscht strenge Kälte und wehen schneidige Winde (Schneestürme, Burans), die den Schnee von der Steppe wegblasen. Die Böden liegen daher lange Zeit vollkommen trocken, weshalb die Verwitterungsprozesse nur sehr langsam fortschreiten und nicht auf eine beträchtliche Tiefe vorzudringen vermögen. Unter gewissen Bedingungen entstehen sogar staubige Produkte. Die Vegetation dieser trockenen Steppe, die an die anhaltende, versengende Hitze angepafst ist, siedelt sich in Horsten an und läfst den Boden dazwischen völlig nackt. Unter den dörrenden Sonnenstrahlen

verbrennt sie vollständig und zerfällt in Staub, der dann über die Steppe hintreibt.

An Humus enthalten diese Böden etwa 2 %. Ihre Kultur wird durch den Wassermangel erschwert. Die dunklen, kastanienbraunen Böden liefern in günstigen Jahren vorzügliche Erträge an Weizen und anderen Zerealien. Im Gebiete der hellbraunen Böden ist die Viehzucht verbreitet. In Westeuropa gehören zu diesem Bodentypus die Desertos des Innern von Spanien. In Nordamerika treffen wir analoge Bodenarten in den Staaten Kalifornien, Kolorado, Neu-Mexiko u. a. Zwar werden im Klima dieser Gegenden keine so extremen Temperaturschwankungen beobachtet wie in den trockenen Steppen von Rufsland, aber der Mangel an Feuchtigkeit ist auch hier mafsgebend. Die Vegetation besteht auch hier aus stachligen und kriechenden Kräutern, die gruppenweise wachsen, ferner aus Kaktuspflanzen und aus flachgedrückten Sträuchern. Auf der Südhemisphäre sind die Böden dieses Typus in einigen Gegenden von Südamerika vertreten.

4. Die Schwarzerde oder Tschernosemböden sind an Grasebenen oder Prärien der gemäfsigten Zone gebunden. Am vollkommensten entwickeln sie sich auf mergeligem oder mergelig tonigem Muttergestein; sie bilden eine unterbrochene Zone um die ganze Erde, und zwar finden wir sie in Osteuropa und in den entsprechenden Teilen von Asien und Nordamerika, aber auch auf der Südhemisphäre in dem Gebiet der südamerikanischen Pampas. Als charakteristischer Vertreter dieses Bodentypus kann uns die russische Schwarzerde (Tchernosem) dienen, welche im südlichen Drittel des europäischen Rufsland ein Areal von 80 bis 100 Millionen Dessätinen (1 Dessätin = 1,09 Hektar) einnimmt. Bald sich verbreiternd, bald sich verengernd zieht sich der Streifen Schwarzerde von den Südwestgrenzen Rufslands bis zur südlichen Hälfte der Uralkette. Die Breite des Streifens schwankt zwischen 350 und 1000 Werst. Östlich vom Ural findet die Schwarzerde ihre Fortsetzung in den südlichen Kreisen des Gouvernements Perm, in den benachbarten Teilen des Gouvernements Ufa, sowie im asiatischen Rufsland, namentlich in den Steppenteilen der Gouvernements Tobolsk und Tomsk, zum Teil auch der Gebiete Akmolinsk und Ssemipalatinsk. In Ostsibirien bildet die Schwarzerde keinen zusammenhängenden Gürtel, sondern kommt nur fleckenweise vor. Alle diese zusammenhängenden und inselartigen Tschernosemvorkommnisse liegen in Rufsland zwischen 44° und 57° N. Br. In seinem Relief ist das Tschernosemgebiet durchaus Ebene, nur hie und

da ist die Oberfläche der Steppe von Tobeln durchfurcht. Das Klima ist vorwiegend kontinental, die jährliche Regenmenge schwankt zwischen 46 und 50 cm, und davon entfallen auf die Vegetationsperiode nicht mehr als 30 cm. Gegenwärtig ist die Dürre eine gewöhnliche Erscheinung, doch waren die Feuchtigkeitsverhältnisse günstiger, bevor die Steppe in Anbau genommen wurde. Das Schwarzerdegebiet von Rufsland war nie ein Moor, wie es einige Gelehrten glaubten, sondern stellte immer eine Grassteppe oder Prärie dar, wie sie noch jetzt in Sibirien erhalten ist. Das typische Muttergestein ist der Löfs. Der obere Horizont desselben ist dicht durchdrungen von Humusstoffen — das ist eben die Schwarzerde. Übrigens entwickelt sich Schwarzerde auch auf Kreide, auf Tonen, Mergeln u. s. w. Der Humusgehalt der Schwarzerde ist im Durchschnitt 6—8—10 %, doch kann er in extremen Fällen bis auf 4 % fallen und bis auf 16 % steigen. Man kann somit nach dem Humusgehalt mehrere Arten von Schwarzerde unterscheiden. Der mineralische Bestandteil trägt nach den Analysen von Professor Kostytschew wesentlich den Charakter des Muttergesteins, die Struktur ist körnig. In Zeiten der Dürre zeigt die Schwarzerde eine Tendenz zum Zerstäuben. Ungefähr mit denselben Eigenschaften tritt die Schwarzerde in der ungarischen Ebene (Banat) und in Nordamerika auf. Die Schwarzerde von der Südhemisphäre, etwa aus den Prärien von Parana und Uruguay, ist der russischen Schwarzerde zum Verwechseln ähnlich. Sie ist nach der Aussage von Professor N. M. Ssibirzew von dem Tschernosem des Gouvernements Charkow oder Poltawa nicht zu unterscheiden.

5. Graue Waldböden, auch die Böden der „schwarzen" Laubwälder. Sie sind in der sogenannten Vorsteppe (Predstepje) oder jener Übergangszone zwischen Wald und Steppe verbreitet, welche einen vom Wald annektierten Teil der prähistorischen Steppe darstellt. Diese grauen Waldböden stellen daher gewissermafsen eine degradierte, d. h. durch die Arbeit der Waldvegetation umgeänderte Schwarzerde dar. Selbstverständlich bieten diese Böden eine Reihe unmerklicher Übergänge zu den Böden der folgenden Zone. Hat der Wald vor relativ kurzer Zeit die Steppe überzogen, dann finden wir in dem von ihm eroberten Gebiete die Schwarzerde in der ersten Stufe der Umbildung vor. Hat aber die Waldvegetation längere Zeit eingewirkt, so finden wir eine typische graue Erde mit drei scharf ausgeprägten Horizonten: einen oberen 1½ bis 3 Decimeter mächtig, fast ohne jede Spur einer bestimmten Struktur und durch graue, graubraune, oder dunkelgraue Farbe auffallend. Der folgende Horizont zeigt die charakteristische

nufeförmige Struktur, d. h. runde oder polyedrische Brocken durch feinen Quarz und mehlige Kieselerde getrennt; zu unterst endlich finden wir das verwitterte Muttergestein — allerlei Tone, Mergel, Löfs u. s. w. Der Humusgehalt schwankt im oberen Horizont zwischen 3%—6%, fällt im mittleren bis auf 2%—1%. Höchst merkwürdig sind die Versuche von Professor Kostytschew, welcher den Übergang von Schwarzerde in Waldboden künstlich reproduzierte. Zu diesem Zwecke füllte er ein zylindrisches Gefäfs mit Schwarzerde, bedeckte es mit Blättern und unterhielt während drei Jahren die ausreichende Feuchtigkeit. Der Tschernosem verwandelte sich in graue Erde mit $2^1/_2$% Humus. Dieses lehrreiche Experiment zeigt in anschaulicher Weise, wie sich die grauen Waldböden gebildet haben. Die Zone dieser Böden hat einen vielfach geschlängelten Umrifs und löst sich am Rande häufig in Inseln auf. Sie zieht sich durch ganz Zentralrufsland von den Gouvernements Ljublin und Wolhynien im Westen bis zum Becken der Kama und Wjatka im Osten. Jenseits des Ural wurden diese grauen Waldböden im südlichen Teile des Gouvernements Tomsk angetroffen. Ein ihnen nahe verwandter Bodentypus wurde in Galizien, in Ungarn und in Mitteldeutschland beobachtet. Die Existenz von grauen Waldböden in Amerika kann kaum bezweifelt werden; sie müssen in jenen Staaten liegen, wo die Prärien von den Wäldern abgelöst zu werden beginnen.

6. Rasen- oder Podsolböden sind an die Zone des Nadelwaldes gebunden. Im europäischen Rufsland nehmen sie nicht weniger als $^2/_5$ des Areals ein. Ihre Grenze ist sehr zerrissen, und sie bilden eine Menge von zungenartigen und inselartigen Vorsprüngen in die benachbarten Zonen. Die charakteristischen Merkmale dieser Böden werden durch die Auslaugungsprozesse bedingt, welche unter Einwirkung der Humussäuren, Krensäure und Akrensäure, vor sich gegangen sind. Zum Schlusse dieser Auslaugungsprozesse haben die Zeolithen und anderen kieselhaltigen Bodenbestandteile ihre Basen verloren und pulverförmige Hydrate der Kieselsäure ausgeschieden. Diese bilden eben den charakteristischen weifsen und graulichen mehligen Stoff, welcher als „Podsol" bezeichnet wird und den nie fehlenden Bestandteil dieses „Podsolbodens" bildet. Zuweilen bildet der Podsol nur eine untergeordnete Beimischung, zuweilen aber verdrängt er alle anderen Elemente vollständig. Die Rasenpodsolböden haben eine helle Farbe. Sie enthalten nie mehr als 2—3% Humus, dafür aber 80% und darüber an Kieselsäure. In jedem Boden der in Betracht kommenden Zone treten scharf ausgeprägt zwei Horizonte zum

Vorschein: ein oberer, hellgrauer, ohne jede bestimmte Struktur und von wechselndem Kohäsionsgrad, je nach dem Gehalt an Lehm, Sand und Humus; ein unterer weifser mit gelblichem oder bläulichem Schimmer stellt ganz reinen Podsol dar. In den untersten Lagen dieser zweiten Schicht bemerkt man zahlreiche Körner, Konkretionen, Adern und selbst zusammenhängende Schichten von Ortstein, d. h. einem dunkelbraunen Sandstein, dessen einzelne Körnchen durch die von oben durchsickernden organischen Stoffe und Eisenoxyd verkittet sind. Die Zone der Rasenpodsolböden setzt sich zweifellos in das Waldgebiet (die Taïga) von Sibirien fort, doch ist der Boden dort noch wenig untersucht. In Westeuropa zieht sie sich in breiten Streifen durch Norddeutschland, Dänemark, Skandinavien, Holland und Frankreich. Anscheinend sind auch in Nordamerika, namentlich in den britischen Besitzungen, die Rasenpodsolböden in demselben Grade verbreitet wie in Rufsland.

7. Die Tundraböden. Sie umfassen das ganze Polargebiet und befinden sich in einem rudimentären Zustande. Sie enthalten rohen Humus, doch nur im oberflächlichsten Horizont. Sie sind noch wenig untersucht.

* * *

Alle wichtigen Bodentypen der Erde lassen sich auf die vorstehend beschriebenen sieben Hauptgruppen zurückführen. Doch ist das Antlitz der Erde in bezug auf die Bodenverteilung durchaus nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte. Innerhalb einer jeden Zone finden wir eine aufserordentliche Mannigfaltigkeit der Böden. Es gibt zahlreiche Arten von Schwarzerde, die sich sowohl im Aussehen, als auch in der Zusammensetzung voneinander unterscheiden. So schwankt, wie oben erwähnt, der Humusgehalt zwischen 4% und 16%. Ebenso zeigt sich in der Zone der Rasenpodsolböden eine grofse Anzahl von Varietäten. Diese ganze grofse Mannigfaltigkeit der Subtypen unterliegt jedoch einer strengen Gesetzmäfsigkeit. Überall läfst sich die innige Beziehung zur Natur des Muttergesteins und zum Relief des Landes verfolgen, und daher ist es möglich, die Natur der Böden einer Gegend gleichsam vorauszusagen, wenn alle in dieser Gegend wirksamen Elemente oder Faktoren der Bodenbildung bekannt sind. Anderseits können wir trotz aller Mannigfaltigkeit der Untertypen in allen Böden jene grofsen allgemeinen Züge verfolgen, welche ihre Zugehörigkeit zu einer der genannten Hauptzonen begründen.

Die Buntheit der Bodenverteilung auf dem Antlitz der Erde wird noch bedeutend gesteigert durch die zahllosen Übergänge, die die einzelnen Haupttypen verbinden. Nur in seltenen Fällen beobachten wir auf der Erde sprungweise, scharfe Veränderungen des Klima und der Vegetation; gewöhnlich erfolgt der Wechsel der physisch-geographischen Bedingung allmählich und fast unmerklich. Daher können auch die Bodenzonen nicht scharf voneinander getrennt sein. So bilden z. B. die grauen Waldböden eine ganze Reihe von Übergangsstufen zu der Schwarzerde einerseits, zu den Podsolböden anderseits. Aus demselben Grunde stellen auch die Grenzen der Zonen nirgends schematisch-regelmäfsige Linien dar; sie sind aufserordentlich gewunden und bilden zahlreiche Inseln und Zungen, die ins benachbarte Gebiet eindringen. Endlich umgürtet keine einzige Zone den ganzen Erdball in ununterbrochenem Band. Die typischen Böden treten nur bänder- und fleckenartig auf, bald sich verbreiternd, bald verengernd. Im Zusammenhang mit der Konfiguration der Kontinente und ihrer Lage auf dem Erdball können einzelne Bodenzonen ganz fehlen. So finden wir auf der Südhemisphäre gar keine grauen Waldböden, ebensowenig wio die Podsolböden. Jene Teile der Erdoberfläche, wo diese Bodenzonen existieren könnten, sind dort vom Meer bedeckt.

Die strenge Aufeinanderfolge der Bodenzonen wird ferner gestört durch die Einwirkung lokaler orographischer, geologischer und klimatischer Bedingungen, welche eine Reihe von Bodentypen hervorbringen, die das Gesetz der Zonalität nicht befolgen, sondern nur hie und da in einzelnen Inseln und Flecken zum Vorschein kommen. Es sind dies die sogenannten Intrazonalen oder Azonalen Böden. Der erstere Ausdruck bezieht sich auf nicht vollständig ausgebildete Humusböden, der letztere auf solche, in deren Zusammensetzung das noch unveränderte Muttergestein eine wichtige Rolle spielt.

Selbstverständlich bieten die Intrazonalböden sowohl in ihrer Zusammensetzung, als auch in ihren Eigenschaften eine aufserordentliche Mannigfaltigkeit dar. Wir wählen als Bespiele die am meisten verbreiteten Arten, nämlich die Salzböden, die humosen Karbonatböden und die Sumpf- oder Moorböden.

Die Salzböden bilden sich in den Fällen, wo die Muttergesteine Salz enthalten. Ihr Auftreten ist nur in einem heifsen und trocknen Klima möglich, wo der Mangel an Feuchtigkeit eine Auslaugung der löslichen Salze verhindert. Die Salzböden sind aus allen Weltteilen bekannt und treten fleckenweise in den Zonen der atmosphärischen

Staubböden, der Steppen- und Schwarzerdeböden auf. Wir finden sie in ganz Süd-Rufsland, in Südwest-Sibirien, in Transkaspien und im Turkestan. Sie enthalten etwa 8% Humus und nähern sich in ihrer Farbe den Böden derjenigen Zone, in deren Bereich sie zum Vorschein kommen.

Die humosen Karbonatböden bilden sich aus Kalksteinen, Kreide und Mergeln und zeichnen sich durch reichen Gehalt an kohlensauren Salzen aus. Zuweilen sind sie nur schwach entwickelt, zuweilen sehr reich an Humus und haben dann eine dunkelgraue Farbe. Solchen Boden trifft man z. B. in den Gouvernements Ljublin und Radom an.

Die Sumpf- oder Moorböden bilden sich bei einem Überschufs an Feuchtigkeit. Sie enthalten viel Humus, in welchem organische Säuren vorherrschen. Sie haben die weiteste Verbreitung in der Zone der Rasenpodsolböden, so auch in Rufsland.

Zu den Azonalböden gehören die Skelettböden oder die groben, aus festem Kiesgerölle und Sandgestein entstandenen Böden, sowie die Alluvialböden, an deren Zusammensetzung die Flufsablagerungen wesentlichen Anteil nehmen. Erstere finden sich in Gebirgsgegenden, letztere in Flufstälern. Die Alluvialböden, welche auch in Rufsland eine weite Verbreitung haben, bilden sich wesentlich unter dem Einflufs der Flufsüberschwemmungen aus. Der mineralische Bestandteil der Alluvialböden ist ziemlich mannigfaltig; der humose bildet sich auf Kosten der Wiesenpflanzen, die die Überschwemmungszonen bevölkern. Infolge des Feuchtigkeitsüberschusses enthält dieser Boden eine grofse Menge von Säuren. Beim Überschreiten der Überschwemmungszone bekommt der Boden die Eigenschaften derjenigen Zone, in deren Bereich er sich befindet. Die Skelettböden, zum Teil auch die Alluvialböden zeigen charakteristische Beispiele der ersten Stadien der Bodenbildung. Von ihnen ausgehend beobachten wir eine ganze Reihe von Übergangsstufen, die zum unveränderten Muttergestein hinüberleiten.

Überhaupt hat das Alter des Bodens eine sehr grofse Bedeutung. Die Vorgänge der Verwitterung erfordern Zeit, die Vegetation siedelt sich nur nach und nach auf den steinigen und sandigen Flächen an. Je früher das Muttergestein zutage getreten ist, desto weiter sind die Bodenbildungsprozesse fortgeschritten. Es ist ferner klar, dafs der Boden nicht mit einer zusammenhängenden Decke die Kontinente der Erde überziehen kann; die Böden existieren nur dort, wo alle zu ihrer Bildung notwendigen Bedingungen gegeben sind. So sind z. B. die von Gletschern bedeckten Gegenden frei von jedem Boden. In den Tundren befinden sich die Bodenbildungsprozesse in einem rudimen-

tären Zustande. Ebenso stellt der frische, vom Meer ausgeworfene Sand erst das Ausgangsmaterial dar, aus welchem auf dem Wege langer Veränderungen der Ackerboden seinen Ursprung nehmen kann.

Die Buntheit der Bodenverteilung auf dem Antlitz der Erde wird noch durch das Vorhandensein bedeutender Erhebungen gesteigert. In Gebirgsgegenden sollte man erwarten, dafs sich die Böden in vertikaler Richtung vom Fufs bis zum Gipfel in derselben Reihenfolge ablösen, wie dies in horizontaler Richtung vom Äquator bis zum Pol der Fall ist. In der Tat ist es dem Prof. W. W. Dokutschajew bei einer seiner Kaukasusreisen gelungen, einen solchen gesetzmäfsigen Wechsel der Bodentypen festzustellen. Es ist lehrreich, dafs er da die Schwarzerde gerade in einer Meereshöhe fand, in welcher die klimatischen Verhältnisse denjenigen der russischen Steppe nahestehen.



Anmerkung der Redaktion. Die Fortsetzung des Aufsatzes: „Im Reiche des Äolus" erfolgt im nächsten Heft.



Die letzte Montgolfière in Berlin soll nach einer Notiz in den illustrierten aeronautischen Mitteilungen im Jahre 1874 aufgestiegen sein. Gemeint ist natürlich eine Montgolfière mit einem veritablen lebenden Luftschiffer. Diesmal war es ein Herr Bendet aus Paris, der schon eine Weile die Litfafs-Säulen durch mächtige Reklameplakate verziert hatte. Er verhiefs auf ihnen, an einem Trapez aufzusteigen und dann allerhand akrobatische Kunststücke zu verrichten. Die Füllung sollte im Hofjäger oder im Albrechtshof vor sich gehen. Bendet verstand offenbar, sein Publikum zu nehmen; denn er sprach von einer ganz besonders geheimnisvollen Gasart, mit der die Füllung vorgenommen werden sollte. Es war aber doch nichts anderes als heifse Luft. Der Zuschauer fand auf dem Platze der Tat einen viereckigen Ofen aus Kalksteinen, etwa $1^1/_2$ m hoch und 1 m im Geviert, an einer Seite offen und oben mit einem Drahtgitter bedeckt. Auf diesem Ofen hockte der grofse baumwollene Ballon und wurde einstweilen mit langen Stangen gestützt. Bald brannte ein lustiges Strohfeuer unter ihm und loderte bis mitten in den Ballon hinein, der sich allmählig aufrichtete, dehnte und reckte, bis er fast eine Kugelgestalt angenommen hatte. Ein Netzwerk besafs er nicht, wohl aber unten an der Öffnung einen eisernen Ring mit einem Trapez. Endlich erschien der Luftschiffer selbst in einem hellen Matrosenanzug, stellte sich auf das Trapez und gab das Signal zur Auffahrt. In diesem Augenblick passierte ein Malheur. Herr Bendet wurde seitwärts geschleudert, stiefs anscheinend mit seinem Schienbein einen Teil des Kachelofens ein, dann erhob er sich reifsend schnell in die Lüfte, grüfste das staunende Publikum freundlich vom Trapez herab, verzichtete aber auf alle weiteren Kunststücke. Offenbar wollte er glauben machen, er habe sich bei der Auffahrt eine ernstliche Verletzung zugezogen. Gleichzeitig erschien seine Gattin aufgeregt auf dem Schauplatz und rief dem Publikum zu, es sei ein goldenes Medaillon verloren gegangen. Da sie aber französisch sprach, erreichte sie ihren Zweck, die Zuschauer abzulenken, nur unvollkommen. Inzwischen

näherte sich der Trapezkünstler mit immer zunehmender Geschwindigkeit wieder der Erde und stiefs in einiger Entfernung vom Auffahrtsplatz zu Boden. Er kam diesmal mit heiler Haut davon, soll aber später bei einem ähnlichen Versuch den Hals gebrochen haben. Für die Folge untersagte die Berliner Polizei derartige Kunststücke. — Die Montgolfièren sind durch die Gasballons fast völlig verdrängt worden. Man irrt jedoch, wenn man glaubt, sie fristeten nur noch als Kinderspielzeug ein kümmerliches Dasein. Für gewisse Zwecke wird auch heute noch der Feuerballon gute Dienste leisten können, etwa als Signal bei militärischen Übungen oder als Stationsballon für drahtlose Telegraphie. D.





Dr. Joh. Stark: Dissoziierung und Umwandelung chemischer Atome. Braunschweig, Vieweg & Sohn. 1903. 55 Seiten.

Wie sich in der Physik und Chemie die atomistische Hypothese der Masse im Laufe der Zeit als aufserordentlich fruchtbar bewiesen hat, so gewinnt heutzutage die atomistische Theorie der Elektrizität, die Elektronentheorie (vergl. Heft 8, 1903 dieser Zeitschrift) immer mehr an Boden. Das hat besonders darin seinen Grund, dafs die Elektronentheorie in viele gänzlich verworrene Gebiete Ordnung und System gebracht hat, dafs sie, und das ist noch wesentlicher, neue Ausblicke in unbeschränktem Mafse gewährt. Vollkommen eingebürgert ist die moderne Hypothese in der Lehre von der elektrolytischen Spaltung (Dissoziierung). Kein Wunder, fallen doch ihre Grundlagen bereits ins Jahr 1806 (de Grotthus). Weiter ausgebildet wurde die neue Lehre von Faraday (1834), Weber (1871), Stoney (1881) u. a. m. Besonders in neuester Zeit sind unzählige bedeutende experimentelle und theoretische Untersuchungen über das interessante Problem der Dissoziierung veröffentlicht worden. Der Verfasser gibt im 1. Teil seines Buches einen Überblick über die Elektronen- und Ionentheorie und wendet sich im 2. Teil zu den Erscheinungen der Radioaktivität, jenem rätselhaften Phänomen, welches seit seiner Entdeckung (Becquerel 1896) den Gelehrten fortwährend die gröfsten Überraschungen bereitet, von dem man zu Anfang glaubte, es würde das feststehendste aller feststehenden Gesetze umstofsen, das Gesetz von der Erhaltung der Energie. Dr. Stark versucht die Radioaktivität als energetische Erscheinungsform einer geradläufigen Umwandelung chemischer Atome zu erklären, d. h. einer solchen Umwandelung, bei der das Atom in Teile zerfällt, die sich nicht wie bei der Ionisierung schliefslich wieder zu dem ursprünglichen Atom vereinigen, sondern die einen selbständigen neuen Stoff bilden.

Das Büchlein ist eine unveränderte Sonderausgabe dreier Abhandlungen des Verfassers in der naturwissenschaftlichen Rundschau (neu hinzugekommen ist ein Anhang mit erklärenden Bemerkungen, vielen Literaturnachweisen, theoretischen Auseinandersetzungen und ein Inhaltsverzeichnis). Es ist hauptsächlich für den naturwissenschaftlich vorgebildeten Laien bestimmt.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Fig. 1. Cumulus. Basis 1780 m, Gipfel 2660 m hoch.



Fig. 2. Gewitter-Cumulus. Gipfel 6390 m hoch.

Tafel I.



Über Wolkenformen und deren Veränderungen.

Von Professor Dr. R. Süring in Berlin.

Es sind gerade hundert Jahre verflossen, seitdem der Engländer Luke Howard den Vorschlag gemacht hat, die unendliche Mannigfaltigkeit des Wolkenhimmels durch einige wenige deutliche und charakteristische Bezeichnungen in ein System einzuordnen, d. h. die Wolken zu klassifizieren. Mit glückliche Griffe — man möchte fast sagen mit künstlerischem Scharfblicke — beschränkte er sich dabei auf drei Hauptgruppen, und er hat es nicht zum wenigsten der Einfachheit seines Systems zu danken, dafs die gleichzeitigen, aber viel verwickelteren Klassifikations-Vorschläge des berühmten Lamarck nicht durchdrangen. Howards drei Grundformen: die Haufenwolke (Cumulus), Schichtwolke (Stratus) und Federwolke (Cirrus) sind mit vollem Recht in fast jedem Schulbuche der Physik zu finden, häufig leider mit sehr minderwertigen, hinter den ursprünglichen Howardschen Zeichnungen weit zurückstehenden Abbildungen. Auch für die folgenden Ausführungen, welche zeigen sollen, wie sich in den Umformungen der Wolken der Kreislauf der Atmosphäre zu erkennen gibt, soll von der Howardschen Klassifikation ausgegangen werden.

Wenn sich die Meteorologen früher mit dem Studium der Wolken beschäftigten, so geschah dies hauptsächlich aus zwei Gründen. Einerseits sollten die Wolken Aufschlüsse geben über die Luftströmungen in der Höhe, andererseits erwartete man von ihnen Andeutungen für den Bestand oder Wechsel des Witterungscharakters. Besonders in letzter Hinsicht hat man sich meist zu grofsen Hoffnungen hingegeben. Mühselige, aber schematische Beobachtungen und statistische Bearbeitungen derselben haben doch nur recht unvollkommene Wetterregeln und unklare Vorstellungen über die Vorgänge im Luftmeere ergeben.

Dagegen hat die Wolkenforschung neuerdings nach anderer Richtung hin erhebliche Fortschritte gemacht, teils durch physikalische Untersuchungen über die Ursache der Wolkenbildung, teils durch sorgfältige Messungen von Höhe, Geschwindigkeit und Richtung nach international vereinbartem Plane, teils durch direkte Betrachtung der Wolken aus nächster Nähe bei Ballonfahrten.

Die Frage nach den Ursachen der Wolkenbildung ist in dieser Zeitschrift schon früher durch den Direktor des Preufsischen Meteorologischen Institute, Herrn von Bezold, eingehend erörtert worden.[1]) Die Entstehungsweise der grundlegenden Howardschen Typen, vielleicht mit Ausnahme der Cirren, ist hiernach ziemlich aufgeklärt; es fehlen jedoch noch manche Aufschlüsse darüber, wie sich die einmal gebildeten Wolken weiter entwickeln, ob und welche Formen besonders charakteristisch sind für gewisse Witterungszustände, und welche Umbildungen die Wolken erfahren, wenn der Witterungscharakter ein anderer wird. An Stelle der älteren Frage: Was sagt uns der Anblick des Wolkenhimmels über das kommende Wetter aus, tritt neuerdings die spezielle Aufgabe, einfach die wirklich stattfindenden Wolkenmodifikationen zu etudieren, d. h. nicht nur zu beschreiben — die Literatur hierüber läfst sich kaum noch überblicken —, sondern nun auch messend zu verfolgen und physikalisch zu erklären. Aus gelegentlichen Notizen über die gerade vorhandenen Wolkenformen lassen sich nur selten Schlüsse für das kommende Wetter ziehen; erst das eifrige Verfolgen der an den Wolken sich vollziehenden Formänderungen kann hierfür benutzt werden. Darin liegen auch zum Teil das Geheimnis und der Erfolg wetterkundiger Hirten, Jäger, Müller, Bergführer u. s. w. Diese Leute begnügen sich nicht damit, einmal einen Blick nach dem „Wetterwinkel" zu werfen und dann eine Prognose zu stellen, sondern ihre Anschauungen stützen sich hauptsächlich auf das fortwährende Beobachten der Wolkenänderungen vom frühen Morgen bis Sonnenuntergang. Soweit es angängig ist, sollen daher in diesem Artikel die Wolken von ihrer Entstehung bis zu ihrer Auflösung verfolgt werden.

Am leichtesten läfst sich die Entwicklung der Haufenwolke (Cumulus) studieren. Wenn an einem warmen, klaren Sommermorgen die Sonne einige Stunden geschienen hat, dann bilden sich kleine Wölkchen, welche bald die charakteristische Form einer ebenen, scharf abgeschnittenen unteren Fläche und einer sanft abgerundeten

[1]) Himmel und Erde. VI. Jahrg. (1893—94) S. 201.

oberen Begrenzung zeigen (Tafel I, Figur 1). Die Erklärung dieser Wolkenform ist leicht gegeben und lange bekannt. Erwärmt sich die Luft am Erdboden, so steigt sie in die Höhe und kühlt sich dabei infolge der geleisteten Expansionsarbeit um rund 1° für je 100 m Erhebung ab, vorausgesetzt, dafs keine Wärme von aufsen zugeführt oder entzogen wird. Ist die Abkühlung so weit fortgeschritten, dafs der Feuchtigkeitsgehalt der Luftmasse sich als Wasser ausscheiden mufs, so zeigt sich die Höhenlinie dieses Prozesses als untere Wolkengrenze. Ihre Höhe gibt uns somit Aufschluss über die Gleichgewichtsverhältnisse in den unteren Luftschichten. Kennen wir die Temperatur und Feuchtigkeit unten, so können wir daraus die normale Höhe der unteren Cumulusgrenze berechnen; haben wir aufserdem die untere Wolkengrenze direkt gemessen, so zeigt uns die Vergleichung zwischen berechneter und gemessener Wolkenhöhe, ob Gleichgewicht in der dazwischen liegenden Luftschicht herrscht. Beispielsweise erreicht eine aufsteigende Luftmasse von 15° Temperatur und 60 % relativer Feuchtigkeit ihren Sättigungspunkt bei 5°, also wenn sie sich um 10° abgekühlt, d. h. um 1000 m gehoben hat. Hier müssen Wolken entstehen, wenn indifferentes Gleichgewicht in der Atmosphäre herrscht. Ergibt aber die direkte Höhenmessung eine Cumulus-Basis von 2000 m, so kann sich diese Wolke nicht unmittelbar infolge der Erwärmung der untersten Luftschichten gebildet haben, sondern man mufs nach anderen Ursachen für das Aufquellen der Wolken in jenen Höhen suchen und wird diese in den meisten Fällen in einem starken Luftdruckgefälle in der Höhe finden, welches starke und ungleichmäfsige Luftbewegungen und ein gewaltsames Emporreifsen der Luft von unten her bedingt.

Es fragt sich nun, ob sich schon in der Form der Cumuluswolke etwas über ihre Entstehung ausspricht. Darüber können nur absolute Höhenmessungen Aufschlufs geben. Derartige Messungen sind in Potsdam während der sogenannten internationalen Wolkenjahre 1896 und 1897 ausgeführt worden[2]), und es hat sich dabei eine gute Übereinstimmung zwischen berechneter und beobachteter Cumulusbasis ergeben, wenn man die gewitterartigen Wolken aus-

[2]) Die folgenden Angaben stützen sich im wesentlichen auf die Potsdamer Wolkenmessungen, welche als Veröffentlichung des Kgl. Preufsischen Meteorologischen Instituts vor kurzem erschienen sind unter dem Titel: Ergebnisse der Wolkenbeobachtungen in Potsdam und an einigen Hilfsstationen in Deutschland in den Jahren 1896 und 1897. Von A. Sprung und R. Süring. Berlin (Asher & Co.) 1903.

schliefst; für 200 Fälle betrug der mittlere Unterschied nur 85 m. Eine solche Abweichung kann aber schon entstehen, wenn die Temperatur unten um 1° oder die Feuchtigkeit um 2% falsch angesetzt worden ist. Bei Betrachtung der Einzelfälle zeigen sich jedoch für bestimmte Formen der Wolken tatsächlich systematische Abweichungen. Für Cumuli mit sanft abgerundeten Kuppen, wie in Figur 1, kann man die Höhe mit einem Fehler von etwa 1% aus Temperatur und Feuchtigkeit unten berechnen. Etwa doppelt so unsicher ist die Rechnung in den häufig vorkommenden Fällen, wo der Gipfel nicht sanft nach allen Seiten abfällt, sondern gleichsam überhängend, meist nach vorn geneigt ist. Der obere Wolkenrand ist dann in eine schneller bewegte Luftschicht gelangt, welche nicht nur die obere Wolkenteile nach vorn reifst, sondern wohl auch ein beschleunigtes Aufsteigen der Luft von unten bedingt. Die Kondensation tritt infolgedessen schon früher ein, als die Berechnung für ein indifferentes Gleichgewicht ergibt; es herrscht also, wenigstens für kurze Strecken, labiles Gleichgewicht, und eine geringfügige Unregelmäfsigkeit in der Temperaturverteilung genügt schon, um das Gleichgewicht auszulösen und die relativ zu kalten, schweren Luftteilchen als Regenschauer und Graupelböe wieder nach unten zu schaffen. Die besten Beispiele für diesen Vorgang findet man im Frühling im sogenannten „Aprilwetter", während im Sommer der labile Gleichgewichtszustand häufig schon in ganz geringer Höhe, noch bevor Wolkenbildung eingetreten ist, ausgelöst wird; es entstehen dann kurze, heftige Windstöfse und Staubwirbel. In einigen Gebirgstälern mit steilen Wänden, wo die Luft wie in einem Kamin emporgesogen wird, z. B. im Ampezzo-Tal in den Dolomiten, sind diese Windstöfse um Mittag eine ständige Begleiterscheinung heifsen Wetters. An den nach vorn geneigten Wolken lassen sich solche kleinen Umwälzungen der Luftmassen manchmal direkt beobachten: in wenigen Sekunden löst sich eine vorspringende Wolkenmasse auf, d. h. sie verdampft im absteigenden Strom, während sich an anderer Stelle Wolken schnell wieder zusammenballen. Derartige Beobachtungen lassen sich auch für prognostische Zwecke verwerten, da sie uns frühzeitig auf die Luftunruhe in der Atmosphäre aufmerksam machen.

Nicht minder interessant als die vornüber geneigten sind die steil ansteigenden und die spitz zulaufenden Cumulusformen. Sie nehmen manchmal die Gestalt eines festen Turmes an, jedoch zeigt die genauere Beobachtung, dafs diese Gebilde sehr rasch zerfallen, um neuen, ähnlichen Platz zu machen, und die Höhenmessung be-

stätigt, dafs sie sich nicht durch die gleichmäfsige Wärmebewegung vom Erdboden, sondern durch dynamische Kräfte in der Höhe, durch Wirbelbildung entwickelt haben. Die Unterfläche solcher Wolken liegt nämlich meist erheblich höher, als man nach der Rechnung erwarten sollte. Am gröfsten pflegt der Unterschied bei Gewitterwolken (Cumulo-Nimbus) zu sein (Tafel I, Figur 2). Die gigantischen oberen Umrisse dieser Wolke, ihr unbestimmter, in Dunst verschwimmender unterer Rand unterscheiden sie meist schon äufserlich von dem gewöhnlichen Wärme-Cumulus, aber es finden doch so zahlreiche Übergänge zwischen beiden Formen statt, dafs es sehr erwünscht ist, durch eine direkte Höhenmessung mehr Klarheit in das Wesen der Wolken zu bringen. Die Potsdamer Messungen zeigen, dafs allen Haufenwolken mit ungewöhnlich hoch liegender Basis, auch wenn sie zunächst nicht gewitterhaft aussahen, innerhalb von 12 Stunden ein Witterungsumschlag: Regenböen oder Gewitter, folgte. Es mufs einstweilen zweifelhaft bleiben, ob es bei uns überhaupt vorkommt, dafs sich eine Gewitterwolke auf einer Basis aufbaut, deren Höhe der Kondensationshöhe der vom Boden aufsteigenden Luft entspricht; zuweilen konnte sogar direkt beobachtet werden, dafs 2—3000 m unterhalb der Gewitterwolke regelmäfsige Wärme-Cumuli schwammen. Man wird dadurch zu der Ansicht geführt, dafs zur Gewitterbildung selten eine eintägige intensive Überhitzung des Bodens genügt, sondern dafs erst durch mehrtägige Bildungen von Haufenwolken feuchte, relativ warme Luftmassen in die Höhe geführt werden müssen, welche dann erst eines neuen Anstofses meist wohl dynamischer Kräfte, bedürfen, um sich zur Gewitterwolke umzubilden. Dafs dieser Vorgang über dem Flachlande für schwere Gewitter der häufigere ist, wird auch durch ältere Wolkenbeobachtungen von Clement Ley indirekt bestätigt. Ley, welcher einer der eifrigsten Wolkenforscher Englands war, nennt als eines der sichersten Kennzeichen für ein schweres Gewitter eine aufserordentlich zierliche, hellglänzende Wolkenschicht, auf welcher zahlreiche kleine Türme oder Protuberanzen sitzen. Dieses Gebilde, für welches es auch die volkstümliche Bezeichnung „Donnerköpfe" gibt, zeigt offenbar das erste Stadium einer aufsteigenden Bewegung an, welche später zur Entwickelung der eigentlichen Gewitterwolke führt. Da nun diese Wolkenschicht sehr hoch liegt — selten unter 2000 m, meist über 3000 m —, und da sie schon ganz früh morgens und spät abends beobachtet worden ist, so ist es ausgeschlossen, dafs sie durch Erwärmung der untersten Luftschichten entstanden ist. Die Wolke ist

somit geradezu ein Beweis für die Bedeutung der Vorgänge in den oberen Luftschichten bei der Gewitterbildung.

Bisher war meist nur von dem unteren Wolkenrand die Rede; es mufs daher noch auf die Frage eingegangen werden, welche Dimensionen die Wolken erlangen und wodurch die obere Abgrenzung bedingt wird. Auch hier haben die Potsdamer Messungen einige Aufschlüsse gegeben. Bei den Vertikalbewegungen hat man zu unterscheiden zwischen dem Aufquellen der Cumulusköpfe und dem Heben der ganzen Wolkenmasse. Innerhalb der scheinbar so ruhig dahinschwebenden Haufenwolken geht es recht stürmisch her. Die Luftschiffer haben wiederholt berichtet, dafs hier starke und unregelmäfsige Wirbelbewegungen vorkommen, welche den Ballon in heftige Schwankungen versetzen und direkt in Gefahr bringen können. Es wird nicht zu hoch gegriffen sein, wenn man annimmt, dafs hier Vertikalgeschwindigkeiten von mehreren Metern in der Sekunde vorkommen. Diese Wirbelbewegungen um eine horizontale Achse hängen offenbar mit labilen Gleichgewichtszuständen bei dem Kondensationsprozefs zusammen. Infolge eines solchen Aufquellens erreicht ein einfacher Cumulus eine Dicke von etwa 600 m im Laufe des Vormittags. Das Dickenwachstum scheint bald nach Mittag aufzuhören, während die Wirbelbildungen wohl noch einige Zeit fortdauern. Erheblich gröfsere Mächtigkeit haben die Gewitterwolken, nämlich im Mittel 2000 m und in einzelnen Fällen bis zu 5000 m bei einer durchschnittlichen Höhe der unteren Wolkenfläche von 2200 m. Der Cumulus wird aber nicht nur dicker im Laufe des Tages, sondern er steigt auch als Ganzes in die Höhe, allerdings sehr langsam, sobald nur thermodynamische Kräfte (Temperatursteigerung der Luft am Erdboden) wirken. Die Unterfläche einer Haufenwolke hebt sich nur um etwa 2 m in der Minute, also im Laufe von 12 Stunden um etwa 1000 m, und zwar dauert dieses Ansteigen ziemlich gleichmäfsig an von der ersten Bildung bis Sonnenuntergang. Für Gewitterwolken lassen sich einstweilen keine entsprechenden Daten geben, da die Wolken zu kurzen Bestand haben und ihre unteren Ränder häufig durch Dunst und andere Wolkenmassen verdeckt sind.

Für die obere Abgrenzung der Wolke ist zunächst die Kraft des aufsteigenden Stromes mafsgebend, aber doch nicht ausschliefslich. Fast immer setzt sich nämlich der Aufbau der Atmosphäre aus einer Reihe von Schichten zusammen, welche wegen ihrer Verschiedenheit in bezug auf Wärmegehalt, Bewegung und Richtung scharf voneinander getrennt sind. Nur in Ausnahmefällen vermag die Haufenwolke in

eine neue derartige Atmosphärenschicht einzudringen, sondern sie breitet sich in der darunter liegenden aus. Von oben sehen derartig Wolken daher häufig ganz anders aus als von der Erde, besonders am Nachmittag; an Stelle der aufquellenden Köpfe sieht man eine ziemlich ebene, wenn auch vielfach durchbrochene Decke, aus welcher nun einzelne Köpfe wie Riesenspargel herausragen. Aber diese „durchgegangenen“ Cumuli haben keine lange Lebensdauer; sie trocknen in der anderen Luftschicht einfach weg. Von unten kann man diesen Prozefs gegen Abend verfolgen, wenn die Haufenwolken nicht mehr aufquellen: sie breiten sich alsdann schichtförmig aus, so dafs sie als Kombination von Cumulus und Stratus, als Strato-Cumulus zu bezeichnen sind. Auch wenn diese Wolken schliefslich ganz verschwinden, wird doch eine relativ feuchte Luftschicht bestehen bleiben, welche später bei weiterer Abkühlung zu neuer Wolkenbildung führen kann. So entstehen jene groben Schäfchenwolken (Alto-Cumuli), welche man häufig bei Sonnenaufgang sehen kann. Je nachdem sich diese Wolken wieder auflösen oder zu Cumulus- und ähnlichen Wolken, z. B. den vorhin erwähnten „Donnerköpfen“ verdichten, kann man auf Fortbestand des guten Wetters oder auf einen Witterungsumschlag im Laufe des Tages rechnen. In dieselbe Kategorie läfst sich trotz der verschiedenen Form der sogenannte „trockene“ Nebel einreihen, welcher sich am deutlichsten in den oberen Teilen von Gebirgstälern zeigt. Es ist dies ein aufserordentlich feiner Niederschlag in einer dunstigen Luftschicht, so dafs man im Zweifel sein kann, ob man sich im Dunst oder im Nebel befindet; er bildet sich anscheinend dort, wo ein vom Boden oder an den Berghängen aufsteigender und deshalb staubhaltiger Luftstrom zur Ruhe gekommen ist. Auch wenn tagsüber keine Wolkenbildung eingetreten ist, genügt nachts oder gegen Morgen — zur Zeit des Temperaturminimums — eine geringe Abkühlung, um schwache Kondensation an den Staubteilchen hervorzubringen. Im allgemeinen wird ein solcher Nebel das Kennzeichen eines gleichmäfsigen Luftaustausches in den unteren Schichten und einer geringen Luftbewegung sein; er gilt dementsprechend den Gebirgsbewohnern als Ankündigung guten Wetters. Auch den Luftschiffern sind diese Übergangszustände zwischen Nebel und Dunst wohlbekannt.

Durch die zuletzt angestellten Betrachtungen sind wir bereits von der Besprechung der Wolken des aufsteigenden Stromes zu den Schicht- oder Stratuswolken hinübergeleitet worden. Für die Entstehung von Schichtwolken sind hauptsächlich zwei Momente von Be-

deutung: Abkühlung und Mischung ungleich warmer, feuchter, horizontal bewegter Luftmassen. Bezüglich der näheren Bedingungen für das Zustandekommen derartiger Wolken kann auf den schon vorher angezogenen Artikel des Herrn von Bezold (besonders S. 206 und 210) verwiesen werden. An dieser Stelle kommt es mehr darauf an, zu zeigen, in welcher Form Schichtwolken auftreten. Die einfachsten und niedrigsten Gebilde dieser Art sind der Nebel und jene gleichmäfsige graue Wolkendecke, welche so typisch ist für trübe, dunkle Wintertage. Für den Bestand dieser Wolken sind Abkühlung von unten und eine schneller bewegte oder anders gerichtete Luftströmung am obern Rande notwendig. Die Auflösung erfolgt durch Erwärmung; je nachdem diese Vernichtung von unten, d. h. vom Boden aus, oder von oben beginnt, hat man den Eindruck, dafs der Nebel bezw. die Wolke steigt oder fällt. Eine Wetterregel besagt, dafs auf „fallenden" Nebel gutes Wetter folgt. Diese Regel wird dann eintreffen, wenn die Auflösung von oben direkt durch Sonnenstrahlung geschieht. — Die winterliche Schichtwolke kommt vorwiegend in barometrischen Hochdruckgebieten vor und ist das Kennzeichen einer sehr stabilen Luftmasse. Ihre Höhe liegt meist unter 1000 m, so dafs die gröfseren Erhebungen der deutschen Mittelgebirge über sie hinausragen. Infolgedessen kehren sich die Witterungsunterschiede zwischen Tal und Berg um: unten kalte, feuchte Luft, oben viel höhere Temperatur und starke Sonnenstrahlung. Von oben gesehen hat man alsdann den Anblick eines Wolkenmeeres, da sich die Nebelmassen in regelmäfsigen Abständen von einigen hundert Metern hintereinander reihen. Für diese Form ist aufser der Abkühlung auch die Mischung verschieden temperierter Luftmassen mafsgebend.

Reine Mischungswolken sind in ihrem Anfangsstadium immer aufserordentlich dünn; fast alle zarten Wolkengebilde gehören daher zu dieser Kategorie. Zunächst die losen Wolkenfetzen, welche bei böigem Wetter in geringer Höhe schnell über uns hinwegziehen und den Eindruck zerrissener Haufenwolken machen. Sie führen den Namen: Fracto-Cumulus — der Engländer nennt sie einfach Scud —, obgleich sie mit den Cumuluswolken wenig oder garnichts gemein haben; jedenfalls ist ihre Entstehung wohl immer unabhängig von den Wärmeverhältnissen am Erdboden. In mittelhohen Schichten erscheinen die Mischungswolken entweder als lange Wellenzüge (Tafel II, Figur 3) oder als gruppenweise angeordnete, flockige Massen, welche als Schäfchen- oder Lämmerwolken bekannt sind (Tafel II, Figur 4). Der Meteorologe unterscheidet je nach der Höhe



Fig. 3. Wogenwolken. Höhe 4820 m, Wellenlänge 440 m.



Fig. 4. Cirro-Cumulus. Höhe 5780 m.

Tafel II.

zwei Arten: die derben, teilweise schon schattenwerfenden Alto-Cumuli (Höbe 3—4000 m) und die kleineren, zierlichen und helleren Cirro-Cumuli (5—6000 m).

Die Entwicklung solcher Mischungswolken gestaltet eich in den einfacbsten Fällen etwa folgendermafsen. Wenn frühmorgens der Himmel völlig wolkenlos ist, so wird der Wetterkundige dies nicht ohne weiteres als das Anzeichen eines schönen Tages ansehen, sondern er wird mit verdoppelter Aufmerksamkeit die Färbung des Himmelsblau beachten. Er wird alsdann manchmal einen matten, weifsen Anflug bemerken, der jedoch rasch wieder verschwindet, bis sich plötzlich auf weite Erstreckung hin wogenförmig angeordnete Wolken wie Wellenfurchen im Ufersand vor den Augen des Beobachters bilden. Ebenso wie an der Grenzfläche von Luft und Wasser bei stark bewegter Luft Wellen entstehen, treten auch Luftwogen ein, wenn leichtere Luft schnell über schwerere hinwegstreicht. Ist die untere Schicht nahezu mit Dampf gesättigt, so werden die in den Wellenbergen gehobenen und dabei abgekühlten Luftmassen ihren Wasserdampf kondensieren und als parallele Wolkenstreifen erscheinen (Fig. 3). Liegt in geringer Höbe darüber eine etwas anders gerichtete Schiebt, dann bildet eich ein zweites Wellensystem, und die bereits vorhandenen Wolkenstreifen werden abermals zerteilt, so dafs die ganze Schicht ein würfel- oder rautenförmiges Aussehen erhält (Fig. 4). Der bildliche Vergleich mit einer über uns hinwegziehenden Herde trifft dann tatsächlich gut zu. Die Dimensionen solcher Wogenwolken lassen sich rechnerisch annähernd ermitteln aus den Geschwindigkeits- und Temperaturunterschieden der sich mischenden Luftmassen. Natürlich ergeben sich dabei sehr viel gröfsere Werte als für Wasserwellen, z. B. würden den Wellen einer sturmbewegten See (5 bis 10 m Länge) Luftwellen von 15 bis 30 km Abstand und mehreren Kilometern Höhe entsprechen. Wellen von dieser Gröfse würden abwärts vordringend selbst die Luft am Erdboden in Bewegung setzen. Von Helmholtz hat auf die Weise das böige Wetter mit periodischen Windstöfsen und Regenschauern in etwa einstündigen Intervallen erklärt.

Für die Wolkenforschung interessieren uns zunächst nur die allerersten Stadien der Wogenbildung, also die kürzeren Wellen, denn bei der weiteren Entwickelung mit fortdauernden Kondensationserscheinungen und Luftmischungen verschwindet der Eindruck der Wogenanordnung bald wieder. Es äufsert sich dies auch darin, dafs die Streifungsrichtung der Wogenwolken nur verhältnismäfsig selten genau

senkrecht zur Zugrichtung steht und dafs die Abweichung von einem rechten Winkel durchschnittlich um so gröfser wird, je höher die Wolke schwebt. Letzteres rührt wahrscheinlich daher, dafs bei den zarten oberen Wolken die Wogenbildung erst in einem ziemlich weit vorgeschrittenen Stadium der Mischung für unser Auge sichtbar wird. Was sich uns dann als Wogenwolken zeigt, sind also meist schon durch anders gerichtete Luftströmungen stark verzerrte Wellen. Die Dimensionen derselben wechseln sehr. Während in den Schichten unterhalb von 2 km Höhe Wellenlängen bis zu 200 m vorherrschen, kommen in der Cirrusregion solche von 2000 m vor; besonders bevorzugt ist jedoch eine Höhenlage von 4000 m und hier wiederum eine Wellenlänge von 450 m. Die Dicke von Wogenwolken ist gleichfalls starken Schwankungen unterworfen; anfangs naturgemäfs sehr gering, kann sie schon innerhalb einer Stunde bis zu 300 m anwachsen. Beiläufig möge erwähnt werden, dafs Wogenwolken sich auch an den Rändern ausgedehnter Schichtwolken bilden, besonders dann, wenn sie sich auflösen. Die Wogen sind dann also das Endstadium der Wolkenbildung und werden um so feiner, je länger sie bestehen.

Bezüglich der weiteren Entwickelung von Mischungswolken wurde soeben schon erwähnt, dafs meist mehrere flache Luftschichten von verschiedenem Wärmegehalt übereinander liegen, welche sich allmählich vereinigen und so zu einer einzigen Wolkenmasse von mehreren hundert Metern Mächtigkeit werden. Von unten gesehen läfst sich dieser Vorgang in der Regel nicht verfolgen, dagegen recht gut vom Ballon aus, wie folgendes Beispiel eines Aufstiegs von Berlin aus zeigt. Bei unserer Abfahrt war es mit Ausnahme ganz vereinzelter hoher Cirruswolken wolkenlos; etwa eine Stunde später bildeten sich typische Alto-Cumuli, die in einer Höhe von 2200 m erreicht und bei 2500 m überflogen wurden. Darüber hatten sich inzwischen noch drei weitere Wolkenlager entwickelt, in denen leichter Schneefall herrschte, welche aber trotzdem so dünn waren, dafs die Sonne hindurchdrang. Die Trennungszonen waren um so schlechter zu definieren, je weiter der Tag fortschritt. Erst in 4000 m befanden wir uns dauernd über Wolken. Beim Abstieg schienen sich die verschiedenen Schichten bereits zu einer ziemlich kompakten Schneewolke vereinigt zu haben, und wenige Stunden nach der Landung folgte ein sanfter, aber ergiebiger Regen. Da am Erdboden etwa 6° Wärme herrschte, hatte sich der Schnee natürlich in Regen aufgelöst. — Nach Beobachtungen von unten können wir eigentlich nur die Höhenänderungen der ineinander übergehenden Formen und die gleichzeitigen Witterungs-

änderungen vergleichen. Was die Formänderungen selbst betrifft, so kann man als Grenzstadien die Ausbildung der Alto-Cumuli zur Regenwolke (Nimbus) und die Ausbildung zu den ballen- oder walzenartigen Gestalten des Strato-Cumulus unterscheiden. Eine Zwischenstufe in dieser Entwicklung bildet in der Regel die strukturlose Schichtwolke (Alto-Stratus), ein gleichmäfsiger Schleier von grauer Farbe, der jedoch so dünn ist, dafs man die Lage der Sonne wenigstens als hellen Schimmer erkennt. Überwiegt nun in der Alto-Stratus-Wolke der Mischungsprozefs über die saugende Wirkung der oberen Luftströmung, d. h. sind Geschwindigkeit und Richtung des oberen und unteren Stromes wenig voneinander verschieden, oder sinkt sogar die Luftmasse oberhalb des Alto-Stratus abwärts, dann wird die Wolke nicht nach oben anwachsen können, sondern sie wird sich zerteilen, in einzelne Ballen auflösen und so in die unbestimmten Formen des Strato-Cumulus übergehen. Diese Wolke macht immer einen unfertigen Eindruck und bereitet dadurch viel Schwierigkeiten bei der Definition; bald ähnelt sie dem Cumulus — wenn nämlich stellenweise aufwärts gerichtete Kräfte ins Spiel treten, — bald ähnelt sie dem Alto-Stratus oder dem Alto-Cumulus oder der Regenwolke. Ihre vertikale Mächtigkeit beträgt durchschnittlich nur 3—400 m; heftiger Niederschlag ist also aus dem Strato-Cumulus nicht zu erwarten.

Weit wichtiger als die verschiedenartigen Gestalten des Strato-Cumulus ist die Entwickelung der Mischungswolken zum Nimbus. Derselbe entsteht — wiederum nur unter Berücksichtung des einfachsten Falles — infolge der stark aufsteigenden Bewegung in der Umgebung eines atmosphärischen Wirbels. Im Grenzgebiete zwischen barometrischem Maximum und Minimum bilden sich die ersten Wolken durch Mischung, und diese werden bei dem Näherrücken des Minimums in die Höhe getrieben. Der Nimbus hat also sowohl mit dem Stratus wie mit dem Cumulus manche Ähnlichkeit; er unterscheidet sich von dem Stratus durch den gröfseren Wassergehalt, er unterscheidet sich von dem Cumulus durch das Fehlen labiler Gleichgewichtszustände im Innern der Wolke. Am besten erkennt man die Verschiedenheiten vom Luftballon aus. Durch die Regenwolke steigt der Ballon ohne jegliche Schwankungen und Wirbelbewegungen hindurch und wird dabei bald völlig durchnäfst, während in der Haufenwolke der Niederschlag sich meist nur an vorspringenden und rauhen Teilen festsetzt, d. h. die Kondensation beginnt erst bei der Berührung mit festen Körpern. Am deutlichsten ist der Unterschied bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt: im Nimbus Schnee- oder Eisnadelfall, im Cumulus Reif, bezw.

Rauhreif. Die Regenwolken haben aufserdem die bei weitem gröfsten Dimensionen; sie haben häufig eine Dicke von 3—4000 m, zuweilen sogar über 5000 m und einen horizontalen Durchmesser von über 100 km. Bei solchen Ausmessungen verliert man natürlich bei Beobachtung von unten den Überblick über die Formen. Von oben gesehen hat die Regenwolke eine leicht gewellte, zuweilen baubenförmige, nach allen Seiten sanft abfallende Gestalt; sie erstreckt sich am höchsten im Zentrum der Zyklone.

In den vorhergehenden Erörterungen sind die wichtigsten Formen der unteren und mittelhohen Wolken geschildert, und es bleiben somit nur noch die höchsten Wolken, die Cirren oder Federwolken übrig. Keine andere Wolkenart zeigt eine solche Fülle von Modifikationen — sogar zu gleicher Zeit und auf engem Raum beieinander —, und man begegnet daher auch häufig einem gewissen Pessimismus bei der Deutung dieser Gebilde; sie sind anscheinend zu sehr „entartet“, um ihren physikalischen Entwickelungsprozefs verfolgen zu können. Allerdings glaubte man früher, dafs nur horizontale Luftströmungen für die Enstehung in Betracht kämen, und dafs in den Höhen der Cirren (etwa 9000 m) fast stets dieselben Temperaturen herrschten. Die Ballonfahrten und insbesondere die Aufstiege unbemannter Registrierballons haben jedoch ergeben, dafs in diesen Höhen die Temperaturschwankungen zwar geringer sind als am Erdboden, aber doch immerhin so bedeutend, dafs für die Entwicklung der Cirren auch thermodynamische Kräfte zu berücksichtigen sind. Auch in der Cirrusregion werden sich daher Mischungswolken, Schichtwolken und Wolken des aufsteigenden Stromes bilden, aber die Wolkenränder werden viel mehr auseinandergezogen werden, da sie aus Eisnadeln bestehen und da in jenen Höhen fast immer Winde von Sturmesstärke wehen. Unter Bezugnahme auf die vorher geschilderte Entwickelungsart der Mischungswolken kann man wenigstens einige Cirrusformen jetzt vollständig verstehen.

Die meisten Cirren bilden sich wahrscheinlich in derselben Weise wie die Mischungswolken in den mittleren Schichten. Am reinsten spricht sich die Übereinanderlagerung verschieden gerichteter Luftströmungen in den Cirruswogen aus; auch diese Wogen kann man vor seinen Augen am blauen Himmel entstehen sehen. Solche Wogenwolken aus Eis sind anscheinend viel weniger vergänglich als z. B. die Alto-Cumuli, und sie werden daher von den horizontalen Luftströmungen weit fortgeführt und zu Fäden ausgezogen. Cirrus-Wogen und Cirrus-Fäden sieht man häufig zusammen, und so entsteht wohl



Fig. 5. Cirrus-Kamm. Höhe 6870 m.



Fig. 6. Cirrus-Schweif. Höhe 7610 m.

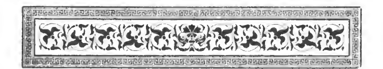
Tafel III.

die charakteristische Form des ausgekämmten Cirrue: nämlich hreite Wolkenbänder mit zarten Querstreifen. Tafel III Figur 5 stellt einen solchen Cirrue-Kamm dar; die „Zähne" des Kammee fallen hier nahezu mit der Zugrichtung des ganzen Wolkensysteme zueammen. Ein durch versohieden gerichtete Strömungen zerzaueter Streifen — vielleicht der letzte Rest einer feuchten Strömung — ist auch der Cirrus-Schweif, welcher oft recht drohend aussieht, jedoch ohne die Beständigkeit dee Wettere zu etören (Tafel III, Figur 6). Wenn die Wolke am Horizont steht, hat eie Ähnlichkeit mit einer aufepritzenden Welle, während tatsächlich die Aueläufer des Schweifes meiet tiefer liegen als die dahinter liegendon Schichten; es handelt sich hier aleo offenhar um eine nach ahwärts vorrückende und dabei eich auflöeende Wolke. Im Gegensatz zu dieeen fadenförmigen Wolken etehen die flockigen Formen, bei denen die zunächst entstandene Cirrusechicht einen vertikalen Antrieb nach ohen erhält und eich nun zu leicht geballten Cirren umbildet. Die auffälligste der hierher gehörigen Formen ist der Cirrus-Schopf oder die Cirrue-Kralle, nämlich Cirrus-Streifen — manchmal von einer Schicht ausgehend —, welche eich vorn zu einem Knäuel verdichten. Höhenmessungen haben ergehen, dafs dieser Knäuel durchschnittlich um 350 m höher liegt als die hinteren Enden der Streifen. Mit der Aufwärtshewegung steht es wohl indirekt im Zueammenhang, dafs auf dieee Form eo häufig Regen folgt. Da es meist mindestens 12 Stunden dauert, bie die Umbildungen eo weit fortgeschritten sind, dafs eich der Regen bildet, eo ist dieeer Cirrus für Prognoeen gut verwendbar. In naher Beziehung zum Cirrus-Schopf etehen die Cirrus-Flocken. Der Übergang zwiechen beiden Formen läfst eich manchmal direkt beohachten; ee verschwinden dann zuerst die Streifen, und ee bleibt nur der Schopf übrig, welcher sich nun immer mehr ausbreitet und sich manchmal zu einer verfilzten Schicht oder zu einer geechlossenen Decke umformt. Man pflegt diese letztere Form als Cirro-Stratue zu hezeichnen. Eine solche Cirrue-Decke, durch welche die Sonne — meist umgeben von einem farhigen Ringe — matt hindurchscheint, ist ein häufiger Vorhote etärkerer Regenfälle. Die anfange hellen Schichten werden allmählich immer dunkler, da die Wolkenbildungen in immer tiefere Schichten übergreifen, hie der weiteren Entwickelung durch Regenfall ein Ende hereitet wird.

Wenn nun auch durch neuere Forschungen manche Vorgänge am Wolkenhimmel verständlicher geworden eind, so zeigt doch schon die ohige Darstellung, dafs wir bereits bei verhältnismäfeig einfachen Prozessen an die Grenze unseres Wiseene kommen. Aher anderseite

zeigen auch die vorliegenden Ergebnisse, dafs eine Verfolgung der bisher eingeschlagenen Forschungsmethoden lohnend ist, d. h. dafs möglichst eingehende Messungen der Wolken und Beobachtungen bei Ballonfahrten fortgesetzt werden müssen. Es wäre sehr zu wünschen, dafs nicht nur staatliche Institute, sondern auch private Liebhaber der Naturwissenschaften ihr Interesse der Wolkenforschung zuwenden. Dafs dabei auch Erfolge für die praktische Witterungskunde zu erwarten sind, konnte in diesem Aufsatze nur beiläufig erwähnt werden.





Zur Entwickelungsgeschichte der Lehre von der Erdbewegung.

Von Prof. Dr. Wilhelm Foerster in Berlin.

Als ich vor kurzem in einem kleineren, nicht akademischen Kreise einen Vortrag über die wissenschaftliche Bedeutung des griechischen Astronomen Ptolemaeus gehalten hatte, trat nach dem Schlusse des Vortrages einer der bejahrtesten Zuhörer an mich heran und bekannte sich als ganz unwissend und ungläubig in der Astronomie. Vor allem könne er nicht an die Erdbewegung glauben, da man doch irgend etwas von der Bewegung der Erde merken müfste.

Solche Äufserungen naiven Unglaubens sind für die gegenwärtige Zivilisation ebenso charakteristisch, wie die jetzt sehr häufig vorkommenden Äufserungen naivsten Glaubens an die alte Sterndeuterei, nämlich an die Regierung der menschlichen Schicksale durch die Stellungen der Gestirne. Empfing ich doch selber in jüngster Zeit den Besuch einer mir ganz fremden gebildeten Dame, welche mich allen Ernstes darum ersuchte, ihr auf Grund ihrer Geburtsstunde das Horoskop für ihre künftigen Lebensschicksale zu stellen.

Den sehr sicher auftretenden älteren Herrn, welcher nicht an die Bewegung der Erde glauben konnte, vermochte ich natürlich nicht mit wenigen Worten von seinen Zweifeln zu heilen. Ich konnte ihm nur empfehlen, sich einem tüchtigen Volksschullehrer anzuvertrauen, welcher in den höheren Klassen einer Gemeindeschule mit dem bezüglichen Lehrgegenstande betraut sei, und stellte ihm anheim, sich dort die elementaren Beweise von der Drehung der Erde und ihrer Bewegung um die Sonne veranschaulichen zu lassen. Soviel ich aus der kurzen Unterredung mit dem Zweifler entnehmen konnte, bestand ein Hauptgrund, weshalb er an die Drehung der Erde nicht glauben konnte, auch darin, dafs man eine solche Drehung an dem Zurückbleiben fallender Körper merken müsse.

Es gibt sicherlich noch zahlreiche Menschen, auch in der Kulturwelt, welche ähnliche Bedenken hegen, aber dieselben nicht zu äufsern geneigt sind, weil sie eben Vertrauen zur Wissenschaft und soziale Bescheidenheit besitzen. Sie haben besten Falles von diesen Dingen in der Schule gehört, aber darüber doch so wenig nachgedacht, dafs sie nicht imstande sind, gegenüber Zweiflern obiger Art selber irgend eine wirksame Aufklärung zu geben.

Es wird deshalb gröfseren Kreisen willkommen sein, an dieser Stelle einige Anregungen zu jenem Nachdenken und einige Anhaltspunkte dafür zu empfangen. Wir wollen hierfür zunächst einmal den Wortlaut der entsprechenden Betrachtungen wiedergeben, mit denen Ptolemaeus (140 n. Chr.) die schon im Altertum aufgetauchten Lehren von der Bewegung der Erde in seinem astronomischen Lehrbuch zu widerlegen und die Ruhe der Erde zu beweisen sucht. Sodann soll auch der Wortlaut derjenigen Darlegungen mitgeteilt werden, mit denen Kopernikus in seinem grofsen astronomischen Werke (1540 n. Chr.) die Bedenken des Ptolemaeus bekämpft, und zum Schlufs wollen wir unserseits einige Bemerkungen über dieses Thema hinzufügen, denen sich eine kurze Erläuterung über Fragen der relativen Bewegung zweckentsprechend anreihen wird.

* * *

Ptolemaeus spricht zunächst im 6. Kapitel des I. Buches seines, 13 Bücher (Abschnitte) umfassenden Lehrbuches über die Möglichkeit einer fortschreitenden Bewegung der Erde.

An erster Stelle wird auch von ihm hierbei die Richtung des freien Falles schwerer Körper gegen die Annahme einer fortschreitenden Ortsveränderung der Erde ins Gefecht geführt. Es sei bewiesen, dafs diese Fallrichtung stets rechtwinklig erfolge zu einer Ebene, welche die Kugelfläche der Erde an dem Orte des Falles berühre (mit anderen Worten: zu der Niveaufläche); mithin ziele die Fallrichtung stets nach dem Mittelpunkte der Erdkugel. Hierbei hebt nun Ptolemaeus nicht ausdrücklich hervor, dafs die Fallrichtung durch eine Ortsveränderung der Erde während des Falles abgelenkt werden könne, sondern er erörtert an dieser Stelle nur in ziemlich unbestimmter Weise die Frage, welche Schwierigkeit sich ergeben könne, wenn der Mittelpunkt der Erde überhaupt nicht dauernd mit dem Mittelpunkte der Welt zusammenfalle, der damals noch einen gewissen Anspruch darauf zu haben schien, dafs die Richtung des Falles oder der Anziehungskräfte nach ihm hinziele.

Dagegen wird es an dieser Stelle zur Sprache gebracht, es könne paradox erscheinen, dafs eine so grofse Masse wie die Erde weder auf einer Unterlage ruhen, noch von einer Bewegung getragen sein solle. Von diesem Bedenken sagt Ptolemaeus, dafs dasselbe nach denjenigen Erfahrungen urteile, die man mit kleinen Körpern mache, und nicht die gewaltige Gröfse der Verhältnisse im Himmelsraume genügend in Betracht ziehe. Verglichen mit dem umgebenden Himmelsraume habe ja die Erde, so gewaltig ihre Masse sei, nur die Gröfse eines Punktes, und hiernach sei es sehr wohl als möglich zu erachten, dafs die Erde von allen Seiten des Universums gelenkt und festgehalten werde durch die Kräfte, welche das unendlich gröfsere und aus ähnlichen Teilen zusammengesetzte Universum auf sie ausübe. Alle leichten und zarten Stoffe würden, wie durch einen Wind, nach oben, d. h. nach dem Umfange des Universums hingetrieben; dagegen seien die Bewegungen aller schweren und aus dichten Teilen zusammengesetzten Körper nach der Mitte des Universums, wie gegen einen Mittelpunkt, gerichtet. Sie haben also die Tendenz, sich durch die einander entgegengesetzten Wirkungen ihrer Bewegungsrichtungen und Stöfse um die Mitte herum zu gruppieren. Man könne es aber verstehen, dafs die Gesamtmasse der Erde, welche so beträchtlich ist im Verhältnis zu den Körpern, die auf sie herabfallen, diese letzteren in ihrem Fallen aufnimmt, ohne dafs deren Gewichtsgröfsen und Geschwindigkeiten ihr selber auch nur die geringste Bewegung mitteilen.

Wenn jedoch die Erde gemeinsam mit den anderen schweren Körpern eine Bewegung im Raume hätte, würde sie dieselben sehr bald an Geschwindigkeit der Bewegung durch die Gröfse ihrer Masse übertreffen und also die Tiere in der Luft und die anderen schweren Körper ohne anderen Anhalt als die Luft hinter sich lassen, ja sogar bald die Himmelsräume verlassen haben. Alle derartigen Annahmen aber seien, wie Ptolemaeus sich ausdrückt, von der äufsersten Lächerlichkeit, sogar in der blofsen Idee.

Hier ist folgendes zur Erläuterung einzufügen: Es war eine schliefslich erst von Galilei ganz überwundene Illusion, dafs ein Körper beim freien Fall sich um so schneller bewege, je schwerer er sei. Der Unterschied zwischen der Fallgeschwindigkeit einer Bleikugel und derjenigen einer Schneeflocke oder einer Feder hatte bekanntlich diesen nachhaltigen Irrtum verschuldet, der die ganze Bewegungslehre des Altertums und des Mittelalters getrübt hat, da man den Luftwiderstand ganz aufser acht liefs, welcher allein den

Unterschied zwischen jener Fallgeschwindigkeit kleiner Massen mit relativ grofsen Oberflächen und der Fallgeschwindigkeit grofser Massen mit relativ kleiner Oberfläche bedingt, ein Unterschied, der sich unter anderem auch bei der Art des Eindringens der kleinen und der grofsen Meteorkörper in unsere Atmosphäre sehr bemerklich macht. Der Schlufs aber, welchen Ptolemaeus aus jener bekannten Urteilstäuschung der alten Bewegungslehre auf eine ungeheure Geschwindigkeit der Bewegung der ganzen Erde zieht, wenn dieselbe erst einmal in Gang gebracht sei, dieser Schlufs ist wohl selber höchst wunderlich.

Es gibt Leute — fährt Ptolemaeus fort —, welche zwar den obigen Gründen gegen eine Ortsveränderung der Erde sich beugen, sich aber doch nicht scheuen, anzunehmen, dafs, während der Himmel unbeweglich sei, die Erde innerhalb eines Tages eine volle Umdrehung um ihre Achse von West nach Ost ausführe, oder dafs beide, die Erde und der Himmel, sich um eine und dieselbe Achse drehen, und zwar derartig, dafs dadurch die beobachteten Erscheinungen erklärt würden.

In der Tat, so fährt Ptolemaeus fort, wenn man nur die Himmels-Erscheinungen in Betracht ziehe, hindere vielleicht nichts, im Interesse der gröfseren Einfachheit, eine solche Annahme hinsichtlich der Drehung der Erde zu machen, aber diese Leute fühlen, wie Ptolemaeus sagt, gar nicht, wie sehr in Betracht aller derjenigen Erscheinungen, welche um uns her und in der Luft vor sich gehen, ihre Meinung lächerlich sei.

Sie würden nämlich genötigt sein, zuzugestehen, dafs eine Bewegung der in einer solchen Umdrehung befindlichen Erde eine viel gröfsere Geschwindigkeit haben müfste, als irgend eine derjenigen Bewegungen, welche auf der Erde oder in der Umgebung der Erde stattfinden, weil dabei in einer so kurzen Zeit so grofse Umkreise beschrieben werden müfsten. Diejenigen Körper, welche nicht auf der Erde ruhen, müfsten dabei also stets den Anschein darbieten, als ob sie sich in einer der Bewegung der Erde entgegengesetzten Richtung bewegten; und weder die Wolken noch irgend ein geworfener Körper oder eines der Tiere, welche fliegen, könnten jemals nach Osten bewegt erscheinen. Denn die Erde würde durch ihre eigene Bewegung nach Osten ihnen immer in dieser Richtung voraneilen, dergestalt, dafs alle übrigen Körper den Anschein eines Zurückweichens nach Westen darbieten würden.

Wenn man nun auch sagen wollte, dafs die Atmosphäre in derselben Geschwindigkeit wie die Erde mitbewegt werde, so müfsten

doch die Körper, die sich in der Atmosphäre befinden, hinter dieser gemeinsamen Geschwindigkeit der Erde und der Luft zurückbleiben, oder wenn auch auf sie dieselbe Geschwindigkeit übertragen würde, als ob sie zusammen mit der Luft nur einen Körper bildeten, so würde man von diesen in der Luft enthaltenen Körpern keinen nach Osten vorausgeben oder nach Westen zurückbleiben sehen, sondern sie könnten nur unbeweglich in der Luft erscheinen, und es würde keiner, ob sie nun fliegen oder ob sie geworfen sind, seinen Ort verändern können, was wir doch fortwährend vorgehen sehen, ganz so, als ob die Bewegung der Erde ihnen weder Hemmung noch Beschleunigung verursachte.

Hier sehen wir also einen anderen grofsen Mangel der Bewegungslehre der Alten in Erscheinung treten, nämlich das Fehlen einer klaren und zutreffenden Vorstellung von dem Beharren in der Bewegung und zugleich von der Freiheit der relativen Bewegungen innerhalb eines gemeinsam bewegten Systems von Körpern. Ptolemaeus bemerkt es nicht, dafs, ebenso wie die Luft als mit der Erde mitbewegt angenommen werden kann, wie er ausdrücklich als möglich anerkennt, auch die in der Luft befindlichen Körper, die fliegenden oder die geworfenen, andauernd mit denselben Bewegungs-Geschwindigkeiten und -Richtungen begabt bleiben, welche diejenigen festen Teile der Erde hatten, von denen die fliegenden und geworfenen Körper den Ausgang ihres Fluges oder Wurfes nahmen. Hierauf wird weiter unten im Anschlufs an unsere Wahrnehmungen bei Eisenbahnfahrten und dergleichen zurückzukommen sein.

Zunächst möge nun eine Zusammenfassung derjenigen Betrachtungen folgen, mit denen Kopernikus die Ansichten des Ptolemaeus bekämpft. In dem epochemachenden Werke „über die kreisförmigen Umlaufsbewegungen der Weltkörper“ sagt Kopernikus im 8. Kapitel des ersten der sechs Bücher oder Abschnitte, aus denen das Werk besteht, zur Widerlegung des Glaubens der Alten, dafs die Erde in der Mitte der Welt, gleichsam als Mittelpunkt, ruhe, und dafs der Himmel das Bewegte sei, zunächst das Folgende:

Ohne Grund fürchtet Ptolemaeus, dafs die Erde und alle durch ihre Umdrehung mitbewegten irdischen Gegenstände durch das Wirken der Naturkräfte auseinander gerissen werden könnten, denn dieses Wirken ist ein ganz anderes als dasjenige der Technik, welches der menschliche Geist zustande bringen kann. Warum fürchtet Ptolemaeus nicht dasselbe, und zwar in viel höherem Mafse von der Himmelswelt, deren Bewegung um ebensoviel schneller sein müfste, um wieviel

die Himmelsräume gröfser sind als die Erde? Oder ist etwa die Himmelswelt so unermefslich grofs dadurch geworden, dafs sie durch die unsägliche Gewalt einer solchen Drehung von der Mitte hinweg geschleudert wurde und zusammenfallen würde, wenn sie still stände. Wenn dies der Sachverhalt wäre, würde ja die Gröfse des Himmels ins Unendliche von dannen gehen; denn je stärker das Bewegte selber durch diesen Anstofs in das Weite getrieben würde, desto gröfser müfste auch seine Geschwindigkeit werden wegen des immer wachsenden Kreisumfanges, den es in dem Zeitraum von 24 Stunden zu durchlaufen hat; und umgekehrt, wenn die Geschwindigkeit wüchse, müfste auch die Ausdehnung der Himmelswelt mafslos wachsen. So würden (bei der notorisch konstanten Tagesdauer) Geschwindigkeit und Ausdehnung der Himmelswelt sich gegenseitig ins Unbegrenzte steigern.

Kopernikus fährt dann nach einer kurzen Betrachtung über die Unendlichkeit der Welt folgendermafsen fort: Ob nun die Welt endlich oder unendlich sei, wollen wir dem Streite der Meinungen überlassen; sicher bleibt uns dies, dafs die Erde, zwischen Polen eingeschlossen, von einer kugelförmigen Oberfläche begrenzt ist. Warum wollen wir also Anstand nehmen, eine von Natur ihr zukommende, ihrer Form entsprechende Beweglichkeit ihr zuzugestehen, eher als anzunehmen, dafs die ganze Welt, deren Grenze nicht gekannt wird und nicht gekannt werden kann, sich bewege, und warum wollen wir nicht bekennen, dafs der Schein einer täglichen Umdrehung dem Himmel, die Wirklichkeit derselben aber der Erde angehöre, und dafs es sich daher hiermit so verhalte, wie wenn Virgils Aeneas sagt: „Wir laufen aus dem Hafen aus, und Länder und Städte weichen zurück“. Weil, wenn ein Schiff ruhig dahinfährt, alles, was aufserhalb desselben ist, von den Schiffern so gesehen wird, als ob es nach dem Vorbilde der Bewegung des Schiffes sich bewege, und die Schiffer umgekehrt der Meinung sein können, dafs sie mit allem, was sie bei sich haben, ruhen: so kann es sich ohne Zweifel mit der Bewegung der Erde ebenso verhalten und scheinen, als ob die ganze Welt sich drehe. Was sollen wir nun über die Wolken und das übrige irgendwie in der Luft Schwebende oder Fallende oder in die Höhe Steigende sagen, als dafs nicht nur die Erde sich mit den ihr verbundenen wässerigen Elementen so bewege, sondern auch ein nicht geringer Teil der Luft, und was sonst noch auf dieselbe Weise mit der Erde verknüpft ist; — sei es nun, dafs die zunächst liegende Luft, mit erdiger und wässeriger Materie vermischt, derselben Natur wie die

Erde, folgt, sei es, dafs der Luft die Bewegung mitgeteilt worden ist, indem sie mittels der Berührung mit der Erde und vermöge des Widerstandes durch die fortwährende Umdrehung ganz derselben Bewegung teilhaftig wird. Man behauptet aber wiederum zu gleicher Verwunderung, dafs die böchste Gegend der Luft der bimmlischen Bewegung folge, was jene plötzlich erscheinenden Gestirne, welche von den Griechen Kometen oder Bartsterne genannt werden, verraten sollen, für deren Entstehung man eben jene Gegend anweist und welche gleich den anderen Gestirnen ebenfalls auf- und untergeben. Wir können sagen, dafs jener Teil der Luft wegen seiner grofsen Entfernung von der Erde von der irdischen Bewegung freigeblieben sei. Daher wird die Luft, welche der Erde am nächsten liegt, ruhig erscheinen und ebenso die in ihr schwebenden Gegenstände, wenn sie nicht vom Winde oder von irgend einer anderen äufseren Kraft, wie es der Zufall mit sich bringt, hin- und hergetrieben werden; denn was ist der Wind in der Luft anderes, als die Flut im Meere?

Nach einer längeren an Aristoteles anknüpfenden Erörterung über die gradlinige und die kreisförmige Bewegung schliefst dann Kopernikus die ganze Betrachtung mit folgenden Sätzen: „Es kommt nun hinzu, dafs der Zustand der Unbeweglichkeit für edler und göttlicher gehalten wird, als der der Veränderung und Unbeständigkeit, welcher letztere deshalb eher der Erde als der Welt zukommt, und ich füge noch hinzu, dafs es widersinnig erscheint, dem Enthaltenden und Setzenden eine Bewegung zuzuschreiben und nicht vielmehr dem Enthaltenen und Gesetzten, welches die Erde ist.“ Kopernikus schliefst das betreffende Kapitel mit den Worten: „Man sieht also, dafs aus allem diesem die Bewegung der Erde wahrscheinlicher ist als ihre Ruhe, zumal in bezug auf die tägliche Umdrehung, welche der Erde am eigentümlichsten ist.“

Die obigen Zitate aus den Orginalwerken von Ptolemaeus und Kopernikus werden bei allem geschichtlichen und biographischen Interesse, welches sie darbieten, sehr gemischte Eindrücke hinterlassen. So sehr die Auffassungen von Kopernikus offenbar die zum Teil sehr kindlichen Darlegungen von Ptolemaeus an Helligkeit und an Verständnis der Bewegungserscheinungen überragen, sind doch auch die obigen Äufserungen von Kopernikus noch recht weit entfernt von beweiskräftiger Strenge. Und noch viel stärker würde dieser Eindruck sein, wenn ich noch diejenigen seiner Äufserungen wiedergegeben hätte, in denen er sich in symbolisierende Betrachtungen über Ruhe und Bewegung, sowie über die verschiedenen

Arten der Bewegung verliert und neben der geradlinigen Bewegung nur der kreisförmigen eine kosmische Bedeutung zuspricht.

Die gewaltige und epochemachende Leistung des Kopernikus für die Erkenntnis der Erdbewegung ist in ganz anderen Kapiteln seines Buches enthalten, welche für den Mathematiker und Astronomen den vollständig zwingenden Nachweis dafür erbringen, dafs die Bewegungserscheinungen der Planeten auf keine andere Weise erschöpfend und zutreffend erklärt werden können, als durch die perspektivischen Wirkungen der jährlichen Ortsveränderung der Erde, wobei sich dann die Bewegung der Erde um die Sonne in voller Strenge mit dem Nachweise ihrer täglichen Umdrehung verbindet. In der Tat konnte ja, wenn die Erde nicht mehr im Mittelpunkte der Himmelswelt ruhte, von einem täglichen Umschwunge des Himmels selber um die wandernde Erde gar keine Rede mehr sein.

Später sind dann durch Kepler, Galilei und Newton diese mathematischen Nachweise der Bewegungen der Erde mit Hinzuziehung von immer feineren Messungen zu einer völlig unwiderleglichen Stärke entwickelt worden, und nach der Feststellung der Mefsbarkeit der Geschwindigkeit der Lichtfortpflanzung und des Wesens der Sternschnuppen- und Meteor-Erscheinungen sind auch noch ganz neue Nachweise für alle jene Bewegungsvorgänge hinzugekommen, Nachweise, welche sich mit den von Kopernikus ans Licht gestellten in wundervollster Übereinstimmung verbinden.

Der oben im Eingang erwähnte ältere Herr, welcher durchaus danach verlangte, von der Bewegung der Erde womöglich mit allen seinen Sinnen deutliche Anzeichen zu spüren, bevor er daran glaubte, er wird weder durch die obigen Äusserungen von Kopernikus noch durch die oben erwähnten, im Sinne wissenschaftlicher Evidenz zwingenden Nachweise überzeugt werden.

Ich will daher für seinesgleichen und noch mehr im Interesse der viel zahlreicheren lieben Leute, welche ihre Zweifel haben, aber dieselben mit Selbstbescheidung zurückhalten, noch einige Betrachtungen über die Frage der Wahrnehmbarkeit von Bewegungen und über die mitten in stärkster Bewegung mögliche Ruheempfindung an dieser Stelle hinzufügen und auch noch auf einige Erscheinungen hinweisen, welche schon innerhalb der Erdenwelt selber für verfeinerte Wahrnehmungen die Wirkungen der Erdbewegungen deutlich erkennbar machen.

Wenn wir an der ohne unsere direkte Mitwirkung vor sich gehenden Bewegung eines gröfseren Massensystems, z. B. irgend eines Fahrzeuges,

das uns trägt, selber ohne absichtliche eigene Bewegung teilnehmen, so gibt es schon auf der Erde zahlreiche Fälle, in denen wir, sogar bei grofser Geschwindigkeit des Fahrzeuges, uns im Raume als ganz unbewegt empfinden. Ein Luftballon, welcher über einem Nebel- oder Wolken-Meere von völlig gleichmäfsiger Oberfläche, den wolkenlosen blauen Himmel über sich, mit Sturmgeschwindigkeit einherfliegt, gewährt dem Luftschiffer ganz dasselbe Gefühl der Ruhe, welches wir auf der durch den Himmelsraum so schnell bewegten Erde empfinden. Die Luftschiffer in der Gondel sind dabei mitten in ihrem schnellen Fluge ebenso frei und ungehindert in ihren eigenen Stellungs- und Orts-Veränderungen innerbalb der Gondel, als ob sie in absoluter Ruhe wären.

Auch auf einem der grofsen Schnelldampfer im Ozean kann unter Umständen andauernd dasselbe Gefühl der ruhevollsten Unbewegtheit eintreten, wenn das Meer weithin ganz still, das Ufer aufser Sicht ist und sonstige Nebenwirkungen der Bewegung, wie die Erschütterungen durch die Maschinen, das Rauschen des Wassers an den Schiffswänden, und der Luftzug an dem Orte des Beobachters auf dem Schiff nur in geringem Grade wahrnehmbar sind.

Auf der Eisenbahn ist ein solches Gefühl der Ruhe mitten in schnellster Bewegung nur ganz vorübergehend möglich, weil dort die bewegten Fahrzeuge im allgemeinen unregelmäfsigere und stärkere Stöfse sowie stärkere und schnellere Veränderungen der Richtung und Geschwindigkeit ihrer Bewegung erfahren. Bekanntlich kann man aber im Anfange der Bewegung eines Eisenbahnzuges kurze Zeit lang sich noch für ruhend halten und, wenn man die Augen blofs auf einen benachbarten, noch stillstehenden Eisenbahnzug richtet, diesen letzteren irrtümlich als den bereits in Bewegung übergehenden ansehen.

Anders wird dies freilich, sobald man die Blicke nicht blofs auf solche Gegenstände wendet, welche selber in entsprechender Weise bewegt sein können, sondern auf Gegenstände, von denen man weifs, dafs sie still stehen. An diesen erkennt man dann sofort, dafs man schon selber in Bewegung begriffen ist.

Bei einer Eisenbahnfahrt kann man übrigens in jedem Augenblicke eine Wahrnehmung machen, welche sofort die bei den oben erwähnten Zweifeln über die Bewegung der Erde eine gewisse Rolle spielende Frage erledigt, weshalb denn die freifallenden Gegenstände nicht hinter der Bewegung der Erde zurückbleiben.

Dafs in der Tat, wie oben an der bezüglichen Stelle schon be-

merkt, auch der freifallende Gegenstand sich noch in derselben Geschwindigkeit und Richtung weiter bewegt wie diejenige, in fester Verbindung mit dem Erdkörper stehende Stelle, von welcher der „freie“ Fall den Ausgang nimmt, kann man im Eisenbahncoupé sofort daran erkennen, dafs irgend ein Gegenstand, der dort ins Fallen kommt, auch nahezu lotrecht herabfällt, während er doch nach der primitiven Anschauung hinter der Bewegung des Wagens während des Falles erheblich zurückbleiben müfste. In einem Schnellzuge, welcher eine Geschwindigkeit von etwa 20 Meter in der Sekunde hat, müfste dieses Zurückbleiben in der halben Sekunde, welche etwa ein Koffer braucht, um aus dem Konsolnetz in der Nähe der Decke des Coupés bis auf die Sitzflächen desselben herabzufallen, nahezu das Acht- bis Zehnfache des kürzesten Abstandes der beiden Sitzreihen voneinander betragen. Die ganze Bewegung würde sich also gemäfs der Auffassung der Alten in keiner Weise als ein nahezu lotrechtes Fallen, sondern vielmehr, wenn der Gegenstand an der vorderen Seite des Coupés herabfällt, als eine fast horizontale Hinwegschleuderung von der vorderen bis zur hinteren Coupéwand darstellen müssen.

Besonders deutlich würde sich aber für den Zweifler die ganze Mitbewegung erkennbar machen, wenn er selber aus dem Coupé hinausfiele oder spränge und dann mit den an der Fahrt nicht teilnehmenden festen Gegenständen der Bahn in sehr unsanfte Berührung käme. Gerade bei einer dem letzteren Fall verwandten Wahrnehmung werden aber sehr leicht kindliche Urteilsfehler begangen, wenn man nämlich einen sehr *leichten* Gegenstand, z. B. zusammengerolltes Papier, aus dem Coupéfenster fallen läfst und dann infolge des starken Luftwiderstandes ein sofortiges Zurückbleiben des Gegenstandes bemerkt. Dies erinnert dann wieder an den Schlufsfehler, den die ganze Bewegungslehre des Altertums in betreff der anscheinend verschiedenen Geschwindigkeit des Fallens sogenannter schwerer und sogenannter leichter Körper infolge der Wirkungen des Luftwiderstandes begangen hat.

Die Bewegungen der Erde vollziehen sich nun offenbar, sowohl was die Geschwindigkeit als die Richtung betrifft, mit einer so vollkommenen Stetigkeit, dafs wir weder in den natürlichen Bewegungen innerhalb der Erdenwelt, z. B. in den Strömungen der Gewässer und der Luft, noch in den von uns veranstalteten künstlichen Bewegungen unserer Fahrzeuge irgend etwas ähnliches aufzuweisen haben. Es fehlt uns demnach für die *gewöhnliche instinktive Erfahrung* jeder aus dem Verlaufe der Bewegungen der Erde irgendwie un-

mittelbar zu entnehmende Anhalt für die Ortsveränderungen dieses unseres gewaltigen natürlichen Fahrzeuges. Zugleich sind wir im Himmelsraume umgeben von Gegenständen, bei denen wir ihre von uns deutlich wahrgenommene relative Ortsveränderung im Raume sehr wohl als eine ihnen selber zukommende Bewegung in derselben Weise annehmen können, wie wir im Beginne der Bewegung unseres Eisenbahnzuges, bevor noch merkliche Stöfse im Verlaufe derselben eintreten, einen benachbarten, in Wirklichkeit noch stillstehenden Eisenbahnzug bewegt zu sehen glauben. Wir haben nämlich von vornherein keine bestimmten Anhaltspunkte dafür, dafs die Gestirne im Himmelsraume an sich unbeweglich seien. Vielmehr sehen wir im Himmelsraume ganz deutlich allerhand relative Bewegungen der verschiedenen Gestirne gegeneinander, z. B. die innerhalb einer Stunde schon für blofse Schätzungen mit dem Auge, also bereits für die primitivste Menschenkultur erkennbare Ortsveränderung des Mondes unter den Sternen an der Himmelsfläche, ebenso die Ortsveränderungen der Planeten innerhalb der Sternenbilder, ferner auch die Sternschnuppenerscheinungen, bei denen wir sogar die Illusion haben, dafs sich einer der Sterne von der Himmelsfläche gelöst und in schnelle Bewegung gesetzt hat.

Es war also durchaus das Nächstliegende, dafs die Menschheit die relativen Ortsveränderungen, die sie in dem umgebenden Himmelsraume, z. B. auch so deutlich bei den Auf- und Untergängen der Gestirne wahrnahm, ausschliefslich den Himmelskörpern zuschrieb und unser, in seiner grofsen Stetigkeit so unmerklich bewegtes Fahrzeug „Erde“ zunächst in Ruhe verbleiben liefs, bis dann die Zeiten kamen, in denen sich aus jenen relativen Ortsveränderungen der Gestirne an der Himmelsfläche bestimmte Bewegungsformen derselben ergaben, welche mit Notwendigkeit auf die Bewegungen der Erde als eine gemeinsame Ursache des blofsen Augenscheins jener relativen Bewegungen oder wenigstens eines Teiles derselben hinwiesen, geradeso wie wir schliefslich die Bewegungen unseres Eisenbahnzuges aufs deutlichste an der systematischen Art des scheinbaren Zurückweichens der in verschiedenen Entfernungen von unserem bewegten Fahrzeug befindlichen Gegenstände der Umgebung erkennen.

Übrigens sind die Ortsveränderungen im Raume, welche uns in der Erdenwelt durch die verschiedenen Bewegungen der Erde selber erteilt werden, bei aller vollkommenen Stetigkeit doch keineswegs von solcher absoluten Beständigkeit und Gleichartigkeit in Richtung und Geschwindigkeit, dafs nicht doch für eindringendere Wahr-

nehmungen und für gründlichere Deutungen unserer Messungen auch schon innerhalb der Erdenwelt unverkennbare Wirkungen der Bewegungen der Erde nachzuweisen wären.

Nur dann, wenn ein aus vielen einzelnen Körpern und Massenelementen zusammengesetztes Massensystem sowohl mit vollkommener Stetigkeit, d. h. auch bei allen Veränderungen der Richtung und der Geschwindigkeit mit völlig unterbrechungslosem, zusammenhängendem Verlaufe dieser Veränderungen, bewegt ist, als auch überhaupt keine irgend in Betracht kommenden Veränderungen der Richtung und der Geschwindigkeit seiner Bewegungen erleidet, und wenn auch innerhalb des Systems die umfassende Bewegung des Ganzen keine Verschiedenheiten der Richtung und der Geschwindigkeit der Mitbewegungen an verschiedenen Stellen bedingt, nur dann bleibt die relative Lage der einzelnen Teile des Systems vollkommen unabhängig von der Bewegung des ganzen Systems, und nur dann können also sämtliche Bewegungen innerhalb des Systems, also in unserem Falle innerhalb der Erdenwelt, mit derselben Freiheit und Ungestörtheit stattfinden, als ob das ganze, beliebig schnell bewegte System in absoluter Ruhe wäre.

Diesen idealen Bedingungen entsprechen die Bewegungen des Erdkörpers nicht vollständig, denn durch die Drehung desselben werden an verschiedenen Stellen starke Verschiedenheiten der Geschwindigkeit und zu verschiedenen Zeiten Verschiedenheiten der Richtung der Bewegnng bedingt, und auch bei der Bewegung der Erde um die Sonne ergeben sich für die Erdenwelt zu verschiedenen Zeiten innerhalb des jährlichen Umlaufes und an verschiedenen Stellen der Erde Verschiedenheiten der Bewegungsbedingungen, welche nicht ganz unmerklich bleiben können.

Nur bei denjenigen Bewegungen, mit denen der Erdkörper an der Bewegung unseres ganzen Planetensystems im Himmelsraum beteiligt ist, können wir annehmen, dafs Jahrhunderte hindurch vollkommenste Beständigkeit der Richtung und Geschwindigkeit der Ortsveränderung stattfindet, so dafs innerhalb des Erdenlebens durch die letzteren Bewegungen keine besonderen Verschiedenheiten der Bedingungen der relativen Bewegung der einzelnen Teile der Erdenwelt verursacht werden. —

Von den Verschiedenheiten der Bewegungen, welche durch die Drehung des Erdkörpers verschiedenen Regionen der Erdenwelt erteilt werden, hat man im allgemeinen eine gänzlich unzureichende Vorstellung. Es ist auch merkwürdig, dafs man sich im Altertum bei

den oben mit den Worten des Ptolemaeus wiedergegebenen Zweifeln an der Drehung der Erde garnicht gefragt hat, ob nicht etwa die starken Bewegungen der Luft, die man in Gestalt der Winde wahrnahm, von einem Zurückbleiben oder Voraneilen der Luftmassen gegen die Drehung der Erde herrühren könnten, wie es wirklich der Fall ist. Man hatte schon damals ganz gut beobachtet, dafs die von Norden kommenden kälteren Winde meistens als Nordostwinde auftraten, d. h., dafs jene bewegten Luftmassen hinter der Drehungsbewegung der Erde, wie sie zur Erklärung des täglichen Umschwunges des Himmels nötig war, zurückblieben, und dafs die von Süden kommenden wärmeren Winde als Südwestwinde auftraten, d. h., dafs die bezüglichen Luftmassen der Bewegung der Erde voraneilten. Die Geschwindigkeiten, mit denen durch die Drehung der Erde die über den verschiedenen Zonen lagernden Luftmassen bewegt werden, sind in den Regionen des Mittelmeeres, also der altgriechischen Kultur, auf wenige Grade von Breiten-Unterschieden schon so erheblich verschieden, dafs die Versetzung einer Luftmasse von der Halbinsel Krim (Tauris) in die Regionen von Athen an letzterer Stelle schon als ein gewaltiger Sturmwind von Osten her in Erscheinung treten würde, und dafs anderseits Luftmassen aus der Breite des nördlichen Ägyptens nach Athen versetzt, dort als ein ebenso gewaltiger Sturmwind von Westen her auftreten würden. Die Geschwindigkeiten, welche die auf der Erdoberfläche lagernden Luftmassen in den verschiedenen geographischen Breiten durch die Drehung der Erde annehmen, betragen am Äquator 465 m pro Sekunde mittlerer Sonnenzeit, in der Breite von Athen nahezu 365 m, in Berlin 283 m, in St. Petersburg 233 m. In der Zone von Athen ändert sich diese Geschwindigkeit um nahe $4^1/_2$ m für je 100 km Distanz in der Richtung nach Norden und Süden, abnehmend nach Norden, zunehmend nach Süden. In Berlin beträgt diese Veränderung in runder Zahl je 6 m für je 100 km Distanz nach Norden und Süden, so dafs schon an den Ostseeküsten die Mitbewegung der Luft durch die Drehung der Erde soviel langsamer ist als in Berlin, dafs Berliner Luft, an diese Küsten versetzt, schon nicht mehr als blofser Berliner Wind, sondern bereits als eine Art von Weststurm erscheinen würde.

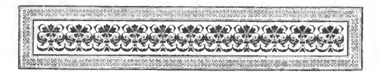
Natürlich können solche Geschwindigkeits-Differenzen nur höchst selten an der Erdoberfläche in krasse Wirkung treten. Luftmassen, die am Äquator aufgestiegen und in grofser Höhe in die höheren Breiten abgeflossen sind, könnten, wenn sie in der Höhe nur wenig von ihrer Geschwindigkeit in der Drehungsrichtung verloren hätten

und dann durch Wirbelbewegungen nach unten gelangten, an der Erdoberfläche Orkan-Wirkungen hervorbringen, die alles zerstören würden. Glücklicherweise erfolgen alle diese Übergänge nur mit sehr starken Geschwindigkeits-Ausgleichungen durch Reibungen. Aber wenn man sich die obigen Geschwindigkeits-Differenzen der Drehungswirkungen in den verschiedenen Zonen ansieht, und wenn man bedenkt, dafs Sturmgeschwindigkeiten von 30 bis 40 m in der Sekunde schon furchtbar zerstörend wirken können, wird man doch inne, eine wie gewaltige Erscheinung diese Drehung der Erde ist. Und anderseits sagt man sich sofort, dafs die furchtbaren Orkane, die Tornados und die Typhoons, die in gewissen Zonen der Erde vorzugsweise in Erscheinung treten, und bei denen Geschwindigkeiten obigen Grades, ja ganz vereinzelt bis zu 100 m, beobachtet sind, einen der „schlagendsten" Beweise für die Drehung der Erde liefern, da bei den grofsen Luftströmungen, ebenso wie bei den grofsen Meeresströmungen der Verlauf der Gesamt-Erscheinungen auf der Erde in umfassendster Weise durch die Drehung der Erde, in Verbindung mit den Temperaturverhältnissen, erklärlich wird, während irgend eine andere Art der Erklärung dafür gänzlich mangelt.

Die nähere Verfolgung aller Wirkungen der Drehung der Erde bis ins kleinste des Erdenlebens und der Erdgestaltung ist in höchstem Grade interessant, und man hat sich auch in manchen wissenschaftlichen Kreisen alle Konsequenzen dieser Wirkungen noch nicht klar gemacht.

Zum vorläufigen Abschlufs dieser Betrachtungen will ich nur noch bemerken, dafs die genaueste Beobachtung des freien Falles und der Fallgeschwindigkeiten auch noch ganz zwingende Nachweisungen für die Drehung der Erde ergeben hat.





Im Reiche des Äolus.

Von Dr. Alexander Rumpelt-Taormina.

(Fortsetzung.)

Zwischen Lipari und dem benachbarten Salina herrscht lebhafter Verkehr. Täglich fährt der Postdampfer von Milazzo weiter nach Salina und auch die „Corsica", läuft regelmäfsig mehrere Reeden von Salina an. Ungünstiger ist Stromboli dran, das nur zweimal, am ungünstigsten Filicudi und Alicudi, die nur einmal wöchentlich von ihm berührt werden. So ist ein Besuch dieser beiden letzteren eigentlich ausgeschlossen, wenn man nicht die hohen Kosten einer Segelbarke, etwa vierzig Lire aufwenden oder gleich für acht Tage, bis zur nächsten Ankunft des Dampfers, auf ihnen weilen will. Schade um Filicudi, das wohlbebaut, geologisch interessant und an landschaftlichen Schönheiten reich ist. Den Blick von dem Monte Terrione nach Sizilien hinüber und auf das Kap Graziano rühmt Bergeat (S. 204 ff.) nicht minder, wie die Grotte Voimarin an der Westküste, die die prächtigen Grotten Capris beinahe übertreffen dürfte. Aufserdem bewahrt dem spürenden Archäologen ein Felsen, die „Montagnola", eine altgriechische Inschrift. Von Alicudi freilich sehnte sich selbst Bergeat nach kaum dreitägigem Aufenthalt wieder nach „Menschen". Ein Pfarrer und eine Lehrerin sind dort die einzigen Kulturträger. Im übrigen sagt der Volkswitz auf Lipari von den Bewohnern Alicudis, sie würden alle hundert Jahre alt, weil es daselbst weder Arzt noch Apotheker gebe.....

So beschlofs ich zunächst, Stromboli einen Besuch abzustatten.

Prächtig ist diese kleine Seereise zwischen und zu den einzelnen Inseln hin, mit immer wechselnden Marinebildern, heiteren, lieblichen und düsteren, ja majestätischen. An Reiz gewinnt sie, wenn man sich vorstellt, dafs diese Gruppe von Inseln mit ihren kaum zwei Quadratmeilen Gesamtflächeninhalt in Wahrheit ein vulkanisches Gebirge ist, das nur mit den Spitzen seiner bedeutendsten Gipfel aus dem Meer herausragt, das an Höhe — vom Meeresgrund gemessen — dem Ätna

gleichkommt, an Ausdehnung sein Massiv aber um das Fünffache übertrifft.

Der Himmel war ziemlich trübe und verhüllte die Küsten Siziliens, als ich mich eine Stunde vor Mittag auf der „Corsica“ einschiffte. Ein kalter Wind aus Norden pfiff, die See ging hoch.

Im Fluge ziehen Canneto mit seinen blanken Häusern und der Pergola des Haanschen Kontors, dann die ausgewaschenen, überall angebohrten Abhänge des weifsen Monte Pelato vorbei. Die schöne ferne Gruppe: Panaria, Basiluzzo, Stromboli bleibt lange zur rechten, die drei Gebilde verschieben sich beständig. Bald taucht hinter der roten Lava der Punta Castagna, wo die Rocche rosse schauerlich wild ins Meer abstürzen, eine weiche blaue Höhenlinie auf, die Fossa delle Felci (Farnkrautberg) der Insel Salina (962 m). Links tritt der Bimssteinkrater gewaltig heraus, massige Kegel und Halden, wildzerklüftete Schuttrinnen und Schroffen — von Teneriffa mit seinen minderwertigen Produkten abgesehen, das einzige, aber unerschöpfliche Bimssteinreservoir für die ganze Erde!

In der Bocche, dem Meeresarm zwischen Lipari und Salina, erscheinen mit wunderbar zarten Umrissen ganz fern Filicudi und Alicudi, verschwinden aber bald, als wir uns Salina nähern. Auch von hier zeigt sich Salina überall hoch hinauf mit Wein (Malvasier) bepflanzt, den oben Ginster- und Farndickicht ablöst. Zwischen dem sanft strahlenden Grün tritt öfters das vulkanische Gestein dunkelziegelrot in stattlichen Brüchen zutage.

„Don Vincenzo, wir sind bei Santa Marina“, rief, als die „Corsica“ tutete und alsbald angesichts des sauberen Strandstädtchens stoppte, ein Pfarrer in die Kajüte hinein, wo sein dicker, kleiner Amtsbruder auf dem Sofa ausgestreckt — eine halbe Leiche — lag. Den hatte es gepackt. Mühsam erhob sich der fromme Herr, langte nach seiner schwarzen Tasche und verliefs wankend mit noch zwei Pfarrern das Schiff.

Im ganzen waren neun Priester in Lipari eingestiegen, und alle trugen sie kleinere oder gröfsere schwarze Taschen. Darin verwahrten sie, wie ich erfuhr, nicht nur des Leibes Nahrung und Notdurft, sondern auch solche der Seele — nämlich jeder ein Fläschchen heiliges Öl, von ihrem Bischof am Gründonnerstag geweiht und ihnen feierlich überreicht, womit sie das ganze Jahr hindurch nicht nur die Sterbenden zu versehen, sondern seltsamerweise auch die Kinder zu taufen haben.

Am fruchtbaren Ufer hin geht es durch die Bocche nach Süden,

dann um die Punta Lingua herum nach Rinella. Unter dem stumpfen Kegel des Monte Porri, der trotz seiner Steilheit bis zur Hälfte schräg terrassiert und gleichfalls mit Malvasier bebaut ist, dehnt sich der Ort zum kleineren Teil unten auf einer Lavastufe aus, zum gröfseren, etwa 100 m höher, liegt er am Eingang des ziemlich breiten Tales, das zwischen Monte Porri und Fossa delle Felci die Insel von Süden nach Norden durchschneidet und in zwei ungleiche Hälften teilt. Saubere Häuser, oben wie unten, mehrere freundliche Kirchen und prangende Gärten. Diesem Wohlstand entsprachen der Leibesumfang und die rosigen, fettglänzenden Gesichter der drei Pfarrer, die hier wieder ausstiegen. Die kleine Barke mufste fünfundzwanzig Personen und ungefähr ebensoviele Koffer, Kisten und Säcke aufnehmen. Es sah gefährlich aus, als sie abstiefsen und dauerte lange, ehe sie bei der starken Brandung die schmale Landungsstelle erreichten. Die „Corsica“ nahm indessen unter gewaltigem Stampfen nach Westen ihren Kurs und umkreiste so beinahe die ganze Insel. Längst waren die Zwillingsgestalten von Alicudi und Filicudi wieder in Sicht. Während dann Alicudi allmählich von Filicudi verdeckt wird, dehnt sich gen Osten Lipari, dem wir hier sozusagen in den Rücken gekommen sind, in herrlichem Profil aus, daneben tritt Vulcano in seiner ganzen Mächtigkeit hervor. Wie schön sind diese Linien über dem dunkelblauen Meeresstreifen, von der Punta del Rosario ansetzend, in dem Monte Saraceno und der Fossa di Vulcano gipfelnd! Und weiter dann der Monte Sant' Angelo und Monte Chirica, ihrerseits dominierend auf ihrem kleinen Eiland! Zwischen diesen kühnen Schwüngen liegt friedlich eingebettet die echt Claude Lorrainsche Seelandschaft der Bocche di Vulcano mit dem zierlichen Vulcanello. Nur zu schnell entschwindet dieses Bild, dafür lugt plötzlich von Nordost her der Stromboli wieder um die Ecke.

Nicht minder fesselnd ist die Nahsicht auf die Westküste von Salina. Da bauen sich unter den Abstürzen des Monte Porri eine ganze Reihe grofser und kleiner, bizarrgeformter Lavahöhlen auf, in denen das vom Nordwest gepeitschte Meer sich mit voller Kraft bricht, bald in schlanken, hohen Fontänen, bald in wuchtig breiten Kaskaden aufsteigend und zurückfallend, wunderbar schön. Auch ein „arco naturale“ begegnet uns, der dem von Capri an Originalität und Gröfse keineswegs nachsteht. Eine ins Meer vorspringende Felsennase aus Lava bildet ein regelrechtes Tor, wohl 30 m hoch, 15 m breit. Der äufsere Pfeiler, oben grün bewachsen, mag etwa 25 m im Durchmesser halten. Man kann über den Bogen hinübergehen.

Dieses Felsentor, Perciato piccolo vom Volk genannt, ist nach Bergeat (a. a. O. S. 77) dadurch entstanden, dafs die Wogen hinter einer massigen, parallel zur Küste verlaufenden Gangplatte die weniger widerstandsfähigen Agglomerate herausgelöst und fortgeführt haben. Auf diese Weise sind alle ähnlichen Gebilde, auch die Klippentunnel, z. B. beim grofsen Faraglione von Capri, zu erklären.

Hatte das Schiff bisher nur gestampft, so begann es jetzt auch noch zu rollen, da wir bei der Drehung nach Nordost den steifen Nordwest in die linke Flanke bekamen. Doch liefs ich mich von meinem Lieblingsplatz, ganz vorn bei den eisernen Ankerhaltern erst vertreiben, als ich von zwei unerwarteten Brechern gehörig eingeweicht war, und erkor mir nun als Beobachtungsposten eine der hoch aufgewundenen Schiffstaurollen, die zwar weniger guten Sitz, dafür aber bessere Handhaben boten, wenn die „Corsica" sich rasselnd und ächzend einmal allzutief zur Seite neigte.

Bald darauf passierten wir das weltverlassene Dörfchen Pollara, im Halbkreis eines ehemaligen Kraters gelegen, den das Meer zur Hälfte weggerissen hat. Das Meer mufs hier einst mindestens 400 m höher hinaufgereicht haben als heutzutage. Auf dem Boden des Pollarakraters finden wir eine quartäre submarine Strandablagerung, der die rings von toter Lava umstarrte Ansiedlung ihre Fruchtbarkeit, ja überhaupt ihre Existenz verdankt. In jener Urzeit entstanden auch die Strandterrassen von Rinella und Malfa, und es klingt wunderbar, aber nach Bergeats Ausführungen nicht unglaublich, dafs die beiden Gipfel von Salina damals nicht durch das heutige Tal Rinella-Malfa, sondern durch einen Meeresarm geschieden waren.

Um zwei Uhr stoppte die „Corsica" Malfa gegenüber. Hier hatte man bei dem hohen Wellengang die Ankunft des bereits gestern fälligen Dampfers wohl auch heute noch nicht erwartet, und als dann endlich nach mehrmaligem Sirenenpfeifen von der elenden Marine eine Barke abstiefs und, von unserem Kapitän mit einigen urkräftigen Seemannsflüchen empfangen, nabte, stieg niemand aus und ein. Nur einige Warenballen gingen mit dem Kran hinunter, und die Post wurde abgeliefert und eingenommen.

Ich war mit dem längeren Aufenthalt ganz einverstanden: mich entzückte der Blick auf das etwa 150 m über dem Meer gelegene Malfa und seine Umgebung. Unten am düsteren Strand hatten die Lavablöcke nur einer schmalen Sandbucht Raum gelassen, wo ganze drei Barken, hinaufgezogen und angeseilt, in Sicherheit ruhten. Ebenso düster drohten zu beiden Seiten die beiden Hauptkegel der Insel mit ihren

grauschwarzen Häuptern nieder. Dies der ernste Rahmen für die heiter in dem weiten, grünen Kessel eingebettete Ortschaft Malfa. Lauter platte Dächer, die viereckigen, schneeweifsen Häuschen in Gruppen, oder einzeln zerstreut zwiechen den hellgrünen Getreidefeldern und Weingärten. Ein Sonnenblick, der erste dieses Tagee, zauberte auch auf der Fossa delle Felci eigenartige Farben hervor, dae Grau der Aeche, das flammende Gold der Gineterhänge, das Schwarzgrün der Farnwildnis auf dem oberen Teil, alles trat scharf heraus. Man konnte den Weg eowohl nach Rinella hinüber, über den Pafs, ale auch den Saumpfad am Ufer nach Santa Marina verfolgen.

Hinter Malfa schlingerte das Schiff wieder recht lustig, so dafe aufeer einem alten Steuermann, der auf der Kommandobrücke den Kapitän vertrat, und mir kein Mensch auf Deck aushielt. Auch die drei letzten Pfarrer hatten sich längst in die verschwiegene Kajüte zurückgezogen.

Von mächtiger Wirkung sind die beiden überragenden, klobigen Kegel Monte Porri und Foesa delle Felci, etwa zwei Seemeilen östlich von Malfa geeehen. Von hier aus gleichen eie sich völlig in Gröfee und Gestalt. Daher der griechische Name der Ineel: Didyme, dae heifst Zwilling. Bei der Weiterfahrt treten die Zwillinge hintereinander, und ihre Konturen echwingen eich beinahe parallel in kühnem Bogen zum Himmel. Stolz und edel eteigt beeonders die Linie der Punta Fontanelle unter dem Monte Porri auf.

Während in der Heoklinie dae ferne Filicudi klein und kleiner wird, das Kap Graziano, das mit ihm nur durch eine schmale Landzunge verbunden ist, durch die Entfernung bereits wie eine Ineel für eich erecheint, wird der westliche Feleen von Panaria, auf den wir zusteuern, immer breiter und höher. Zahlreiche, trotzig geborstene Klippen eind Panaria vorgelagert und ragen auch weiter draufeen als spitze oder breite Zacken aus dem Meer: Dattilo, Lieca Nera, Lieca Bianca, Bottaro und die gröfste, aber wenig von Menschen, nur von wilden Kaninchen bewohnte: Basiluzzo. Eine düetere und herbe Wildheit, das ist der Eindruck der Südküste von Panaria. Nachdem wir den Felsen umfahren haben, beleben zuerst indieche Feigen, dann Ölbäume die zerrieeene, rostbraune Lava. Dann erscheinen einige Getreidefelder und mitten darin kleine, platte Häuschen, ziemlich armselig. Jedee fruchtbringende Fleckchen Erde iet auf das fleifsigste ausgenützt. Reizend lauscht in halber Höhe ein Kirchlein mit maurischem Turm aue den Oliven hervor.

Kurz vor vier Uhr eetzte eich die Maschine wieder in Gang,

um mich zu dem Endziel meiner heutigen Tour, dem Stromboli, zu führen.

Die merkwürdigen Klippen zur Rechten gleiten wie Phantome vorüber. Desto länger haftet der Blick auf den graublauen Silhouetten von Salina und Filicudi, die über dem wild tobenden Element fern in erhabener Ruhe thronen. Unablässig furcht der brave Kiel die silbernschimmernde Flut. Der dräuende Kegel des Stromboli rückt näher und näher. Schon unterschied ich auf einer schmalen, grünen Niederung einige weifse Punkte — die Häuser des Dorfes Ginostra im Südwesten der Insel. Wir hielten auf die Ostküste zu, an der die zusammenhängenden Dörfer San Vincenzo und San Bartolo liegen, vor der Hand noch durch das hier jäh abstürzende Massiv des Vulkans verdeckt. Lange Aschenkare, vor allem die Rinella grande, nur selten und spärlich mit einer hohen Binsenart bestanden, ziehen sich vom Gipfel bis zum Meer hinunter, wechselnd mit Lavafelsen von schrecklicher Öde und Starre. Stellenweise verhüllten abgerissene Wolkenfetzen den Grat dieser unnahbaren Schroffen, die so in der Phantasie bis hoch in den Himmel hinein wuchsen. Dazu erschien in der abendlichen Gewitterbeleuchtung das Wasser durch den Reflex des nahen Ufers stahlblau und dann wieder moosgrün, so dafs ich mich plötzlich in die Alpen versetzt fühlte und auf dem Königssee unter den Watzmannwänden hinzufahren glaubte.

* * *

Wie herrlich, so durchs wilde Meer auf sicherem Schiff zu schweifen! Doch war ich, durchgeschüttelt und -geblasen, nach beinahe siebenstündigem Schaukeln offen gestanden froh, wieder festen Boden unter meinen Füfsen zu wissen und strebte munter auf dem knirschenden Lavasand, der kohlschwarz glänzend die Marine von San Vincenzo darstellt, den Palmen und den orientalischen Würfelhäusern des Ortes zu, als einer der beiden letzten Pfarrer, die mit mir ausgestiegen waren, sich an mich mit der üblichen Frage wandte: „Woher und wohin?“ Dann: „Was für eine Religion haben Sie in Deutschland? Sind da die Orthodoxen?“ „Nein, die sind in Rufsland. Bei uns ist ja manches etwas russisch, aber wir Deutschen sind zu $^2/_3$ Protestanten, Lutheraner, und zu $^1/_3$ römisch-katholisch.“ „Und Sie sind Katholik?“ „Nein, Protestant. Mit Verlaub (con permesso)“ — damit empfahl ich mich, um etwaigen Bekehrungsversuchen dieses, wie mir schien, recht gerade aufs Ziel losgehenden Gottesmannes die Spitze abzubrechen, und sah mir das Treiben am Ufer an.

Die bunte Sonntagstracht der Weiber auf dem Aschenstrand, mit den schneeweifsen, plattdächigen Häusern und grünen Weingärten im Hintergrund — welch farben- und lebensfrisches Bild! Die „Corsica" hatte vier Männer mitgebracht, die mehrere Jahre in Amerika gewesen waren und nun, aus der Barke steigend, von den Ihrigen froh begrüfst wurden.

In den Anblick versunken, wurde ich von einem freundlichen, behäbigen Herrn angesprochen, der sich mir als Don Antonio Renda, Besitzer eines Albergo, vorstellte.

„Ist Euer Gasthaus weit weg?"

„Nur wenige Schritte. Dort bei der grofsen Palme."

Ich folgte ihm zu seiner Palme, erhielt ein nettes Stübchen und packte die Vorräte meines Rucksackes aus: Salami, eine Büchse Ölsardinen, Käse, mehrere grofse Wecken Weifsbrot, ein Kilo Äpfel und zwei Kilo Apfelsinen.

Don Antonio zog sein Gesicht in Falten: „Dio ci libera! (Gott bewahre uns!). Was haben Sie denn da alles mitgebracht?"

„In Lipari hiefs es, auf Stromboli gebe es nichts zu essen."

„Was, bei uns gäb's nichts zu essen? Ha, diese Liparesen!"

Er untersuchte jedes einzelne Stück der auf dem Tische aufgestapelten Ladung. „Weifsbrot, hm! Das fehlt uns, ja, aber das andere haben wir alles auch und vielleicht besser als diese verworfene Rasse auf Lipari."

Nun fürchtete ich, von vornherein bei meinem Gastgeber in Ungnade gefallen zu sein. Aber die Folge der Entdeckung meiner Kontrebande war eine ganz andere: er setzte vielmehr seine Ehre darein, mir zu zeigen, dafs es auf Stromboli „auch etwas gebe", und traktierte mich die zwei Tage, die ich bei ihm wohnte, geradezu fürstlich.

Die Reihe der etwas eigenartigen, aber keineswegs zu unterschätzenden Genüsse eröffnete bei der Abendtafel ein Ragout von wildem Kaninchen, das Don Antonio selbst gefangen hatte.

„Und wie fängt man sie?"

„Es gibt zwei Arten, mit Drahtschlingen und mit Netzen. Der Draht wird an einem Pfahl befestigt und die Schlinge da gelegt, wo man die Fährten des Wildes sieht. Das Tier geht immer dieselben Wege. Gerät es nun in den Reifen, so strebt es vorwärts, um dem eisernen Hindernis zu entrinnen. Die Schlinge zieht sich so von selbst zu und erwürgt es."

Don Antonio hielt diese Art Jagd für unehrlich, eines gentiluomo

für unwürdig, obgleich auch Frauen und Mädchen sie mit grofsem Eifer betrieben: „Jeder dumme Junge von acht Jahren legt schon seine Schlinge. Ich zerstöre sie, wo ich sie finde. Denn sonst werden wir bald keine Kaninchen mehr auf der Insel haben. Zu Ostern sind meiner Schätzung nach allein fünfhundert Stück als Festbraten hier verspeist worden."

„Und die ehrliche Kaninchenjagd —?"

„Geschieht mittelst Frettchen. Vor die Öffnungen des Baues wird ein weitmaschiges Netz gelegt und mit Steinen verankert. Dann läfst man das Frettchen aus der Trommel in den Steinhaufen; das jagt das Kaninchen samt Familie heraus. Sie wollen durch ihre Löcher entfliehen, da verfangen sie sich in dem Geflecht. Ich stehe verborgen hinter einem Felsen, und sobald sich eines in den Maschen verwickelt hat, pack' ich es. Zwei Schläge mit der flachen Hand hinter das Genick und Addio mondo! Es ist ein sanfter Tod (una morte delicata); Sissignore."

„Euer Wein ist vorzüglich, Don Antonio, aber das Wasser —?"

„Probieren Sie, probieren Sie!" Er schenkte mir ein Glas voll ein

„Recht gut. Habt Ihr denn eine Quelle hier?"

Eine elende, kleine Quelle, hoch oben, nicht der Rede wert. Nein, das ist Zisternenwasser. Wir halten eben unsere Zisternen rein, etwas reiner als die in Lipari."

Allerdings läfst das Wasser in Lipari einen höchst unangenehmen Erdenzusatz durchschmecken.

„Stromboli", fuhr Don Antonio fort, „erzeugt keine Halmfrüchte, die kommen aus Tarent, das Mehl zum Brotbacken kommt aus Neapel, die Makkaroni aus Milazzo, Holz und Kohle aus Kalabrien. Aber Gott sei Dank, haben wir noch das nötige Kleingeld, um das alles anzuschaffen. Hier bauen wir nur Wein, Malvasier, viel besseren als auf Salina, Rosinen, eine kleine blaue, besondere Art, auch ausgezeichnet, ferner Oliven, Feigen, Kapern, nicht die wilde wie in Sizilien, sondern die feine Stachelkaper, in Gärten gezogen. Und zuletzt, aber nicht als schlechtestes Produkt: Datteln."

„Was, reifen die hier?"

„Ja, vor sechzehn Jahren pflanzte ich die erste grofse Dattelpalme. Haben Sie gesehen, was für einen Stamm sie schon hat? Kaum von einem Mann zu umspannen. Seit drei Jahren gibt sie mir Früchte, über ein Quintal (= 100 Kilo), aber nicht wie die afrikanischen Palmen im Dezember, sondern Ende Mai. Auch haben meine Datteln nicht den glasigen Zuckerüberzug und keine Kerne. Aber

sie schmecken — er drehte den Daumen im Mundwinkel. Schicke*), Signore, schicke!" — „Drei andere Palmen habe ich später gepflanzt, die älteste wird, denke ich, in zwei Jahren auch schon Früchte bringen."

„Aber können von all dem die dreitausend Einwohner leben? Die drei Dörfer scheinen mir einen erheblichen Wohlstand zu verraten."

„In der Tat, es gibt keine Armut bei uns. Jeder hat sein eigenes Haus. Keiner wohnt zur Miete. Das verdanken wir dem Wunderland Amerika. Sie werden wenig Männer zwischen fünfzehn und fünfzig hier finden. Sind alle drüben, um Dollari zu machen. Ach! was wären wir Italiener ohne Amerika!" Er lächelte mitleidig. „All die schmucken, weifsen Häuser, die Myriaden von Reben, bis hoch zum Stromboli hinauf, sind von dem Geld entstanden, das unsere Leute in Argentinien und Neu-York verdient haben."

Ich erzählte ihm von siebzehn Taorminesen, die vor Jahren nach Buenos Aires gefahren und nach drei Jahren zurückgekehrt seien, aber mit keinem einzigen Dollaro, nur einem ganzen Berg Schulden.

„Ja, man darf nicht in Buenos Aires bleiben. Da sitzen allein 400 000 Italiani. Man mufs weit ins Innere reisen, um etwas zu finden. Wir rechnen 4–500 Lire auf die Reise. Denn das Billet bis Genua und von da über den Ozean tut's noch lange nicht. Neunzehn Tage erfordert die Überfahrt, und in neunzehn weiteren Tagen mufst du Arbeit gefunden haben, oder du bist verloren."

„Waren Sie auch drüben?"

„Zweimal. Zuerst zweiundeinhalb Jahre, dann sogar fünf. Gewöhnlich geht man schon als junger Bursche hin, lernt die Sprache — in Argentinien spanisch —, sieht sich um und verdient soviel, dafs man nach der Rückkehr und nach Ableistung der Militärpflicht eine Frau heimführen kann. Sofort nach der Hochzeit heifst's dann: von neuem hinüber."

„Mit oder ohne?"

„Ohne Frau. Ich werde diesen Sommer zwei meiner Töchter verheiraten. Beide Schwiegersöhne werden ihre Frauen dann alsbald verlassen und —."

„Aber, per Dio, warum heiraten sie denn da überhaupt? Und

*) Das englische chic ist, wie in unsere eigene Sprache, auch ins Italienische übergegangen.

lassen sich das die Weiber gefallen? Wär's nicht besser, erst Dollari zu machen und dann zu freien?"

„E costume del paese (Es ist bei uns so Sitte). Natürlich vergiefsen die guten Frauchen ein paar Tränen beim Abschied. Aber sie wissen's nicht anders."

„Und wohin werden Ihre Schwiegersöhne gehen?"

„Nach New-York und Kohlen auf die Dampfer tragen. In Argentinien verliert man jetzt zuviel durch das Agio. Im New-Yorker Hafen erhalten die Kohlenträger 30 Soldi bei Tag und 45 bei Nacht, wohlverstanden, für die Stunde. Also verdienen sie dort an einem Tag soviel, wie hier kaum in einer Woche."

„Aber auch eine Pferdearbeit."

„Ja, manche spucken bald Blut und gehen zum Teufel. Aber die starken gewöhnen sich und haben dann jährlich ihre zwei, dreitausend Lire Reingewinn sicher. Sissignore." —

Beim Betreten der Insel hatte ich mich gefragt: Was mufs das für ein merkwürdiges Völkchen sein, das mitten im einsamen Meer auf einem Vulkan haust, so gut wie abgeschlossen von jedem Verkehr, ganz auf sich selbst gestellt? Ich hatte mir eingebildet, dafs diese Leute fern von der übrigen Welt geboren, auch fern von ihr leben und sterben. Nun erfuhr ich, dafs sie sich draufsen im Getümmel mehr umsehen als die meisten Festlandsbewohner und dadurch einen weiteren Gesichtskreis gewinnen als so mancher Grofsstädter, z. B. der Neapolitaner, der höchst zufrieden mit seinem schönen Neapel beinahe nie über das Weichbild seiner Vaterstadt hinauskommt. Und der Erfolg bleibt nicht aus: Dort Lazzaroni, hier Signori, Padroni. Aber mit welchen Opfern wird dieser Wohlstand erkauft! Freilich hat der Italiener eine ungeheure Arbeitslust und zähe Energie; jede Arbeit, die Geld bringt, ist ihm recht. Ebenso zäh ist aber auch seine Liebe zur Heimat. Ist es nicht ein fürchterliches Los, seine besten Jahre fern von allem, was einem vertraut und teuer ist, unter den härtesten Entbehrungen hinbringen zu müssen? Vielleicht täuschte ich mich aber auch. Ist uns, die wir mit zehn, elf Jahren aus der Provinz in die Kreisstadt aufs Gymnasium kamen, die wir später auf die Universität zogen, denn der Abschied vom Elternhaus so schwer geworden? O nein, die Jugend lockt das Neue, Unbekannte. Und für diese Insulaner ist die Fahrt übers grofse Wasser die eigentliche Fahrt ins Leben; Amerika bedeutet für sie die hohe Schule, die sie beziehen müssen, um etwas tüchtiges in der Welt zu werden. So mancher geht dabei zugrunde, wie bei uns auch ein

grofser Prozentsatz auf der Universität. Was aber hilft's? Discere necesse est, vivere non necesse!

Das war so mein Gedankengang gewesen, den Don Antonio kaum einmal mit seinem tiefsinnigen: „Sissignore" unterbrochen hatte, als ein donnerähnliches Krachen zu meinen Ohren drang: „Ha, ein Gewitter!"

„Nein, das ist der Stromboli."

„Hört man das oft?"

„Das ist noch gar nichts. Daran sind wir gewöhnt. Da donnerte es letzten Oktober (1902) ganz anders. Tag und Nacht, wie wenn ein Regiment Gebirgsartillerie da oben aufgefahren wäre. Das schlimmste aber waren die häufigen Erdbeben. Einmal — wir safsen gerade beim Abendbrot — begannen die Fenster plötzlich zu rasseln. Und zugleich schien es, als ob von unten etwas Unsichtbares gegen unsere Stühle stiefse. Alles schwankte. Flaschen und Gläser tanzten Polka auf dem Tischtuch. Wegen des bischen Gepolters heute können Sie ruhig schlafen. Felice notte!"

(Schlufs folgt.)





Sensibilisierung organischer Gebilde.

Von Dr. med. Axmann in Erfurt.

In einigen früheren Heften dieser Zeitschrift hatten wir bereits Gelegenheit, eingehend über die Wirkung der Lichtstrahlen auf organische Gebilde und krankhafte Zustände derselben zu berichten, insbesondere mit Berücksichtigung der von Finsen in Kopenhagen rühmlichst ausgebildeten Lichtheilmethode für Hauttuberkulose.[1] Auch jüngst erst konnten wir auf die Versuche Tappeiners in München mit Fluoreszenzlicht hinweisen, welches sich in ähnlicher Weise Haut reizend und Bakterien tötend erwies wie die ultravioletten Strahlen nach Finsen. — Doch nicht genug damit! Wo so viele an der Arbeit sind und besonders die moderne Technik der Wissenschaft eifrig an die Hand geht, da ist es schliefslich kein Wunder, wenn Dinge, die gewissermafsen in der Luft liegen, von sicherer Hand mit überraschender Schnelligkeit herausgegriffen werden.

So hat unter Zugrundelegung der in der Photographie seit langem bekannten Tatsache der „Sensibilisierung“ Dreyer in Kopenhagen ein einfaches Verfahren ersonnen, um die körperlichen Gewebe auch für die nicht ultravioletten Strahlen, welche sonst als unwirksam verloren gehen, empfindlich zu machen.

Im grofsen und ganzen verhält sich nämlich die Durchdringungsfähigkeit der Lichtstrahlen für die Haut umgekehrt wie ihre reizende, bakterientötende Kraft. Das heisst also, die am meisten wirksamen Strahlen haben entsprechend geringere Tiefenwirkung und umgekehrt. Da nun die ultravioletten Strahlen, auf deren Hilfe, wegen ihrer grofsen therapeutischen Wirksamkeit, wir bisher allein angewiesen waren, höchstens bis zu einer Tiefe von etwa 1,5 mm in die organischen Gewebe dringen, so waren wir bald an der Grenze unserer Leistungsfähigkeit angelangt, sofern es sich um tieferliegende Krank-

[1]) Vergl. Heft 11, 1903 und Heft 6, 1904 dieser Zeitschrift.

heitsprozesse handelte. Wenn man auch die oberflächlichen Gewebe durch Aufdrücken einer Quarzplatte blutleer machte, so mufsten doch in den tieferen Schichten die ultravioletten, sogenannten aktinischen Strahlen zugunsten ihrer roten und gelben Brüder zurückbleiben, da sie eben von der roten Farbe des Blutes absorbiert und zurückgehalten werden.

Die Einwirkung des Lichtes auf den Organismus würde nun von vornherein eine viel machtvollere sein, wenn es gelänge, diesen Strahlen von hoher Penetrationskraft und Tiefenwirkung, nämlich dem rot-gelben Teil des Spektrums eine entsprechende chemische, aktinische Wirksamkeit zu verleihen. — Nun kennt die Technik ein Verfahren, um photographische Platten für gewisse Farben empfänglich zu machen, sogenannte farbenempfindliche Platten zu erzeugen, die auch auf rot, grün und gelb reagieren. Man setzt der lichtempfindlichen Gelatineemulsion gewisse lösliche Farbstoffe, Sensibilisatoren genannt, je nach der gewünschten Empfänglichkeit zu.

Dieses Verfahren der „Sensibilisierung“ der Silbersalze hat die Photochemie bisher noch nicht genügend zu erklären gewufst, und so ist die praktische Anwendung wieder einmal der theoretischen Grundlage vorausgeeilt; doch müssen wir annehmen, dafs der Vorgang nicht auf der Fluoreszenz, noch auf der Absorption gewisser Strahlengattungen beruht.

Vorstehendes Prinzip übertrug nun Dreyer, welcher übrigens schon April 1903 der dänischen Akademie der Wissenschaften von seinen Untersuchungen Mitteilung machte, auf animalisches Gewebe, indem er dasselbe mit sensibilisierenden Stoffen imprägnierte. Er erreichte auf diese Weise, dafs zwar, ebensowenig wie in der Photographie, die rot-gelben Strahlen an sich nicht stärker aktinisch wurden, wohl aber eine durchweg ausreichende Empfindlichkeit der Gewebszellen diesen gegenüber, um den vollen Einflufs der Lichtwirkung auszunutzen.

Hauptsächlich wurde Erythrosin verwendet. Derartig sensibilisierte organische Lebewesen, wie Infusorien, Bakterien und andere Zellengebilde, verhielten sich nunmehr in gleicher Weise den sonst unwirksamen, orange bis grünen Strahlen gegenüber, wie den blauvioletten. Selbst bei einer Verdünnung von 1 : 4000 starben dieselben in kurzer Zeit, zum Teil in Sekunden, ab. Es ist also auf diese Weise möglich, fast sämtliche Strahlen des Mischlichtes, d. h. des gesamten Spektrums, in gröfserer oder geringerer Tiefe des menschlichen Körpers noch zur heilkräftigen Wirkung zu bringen. So gelang es unter

anderem Dreyer, sensibilisierte Infusorien durch ein 4 mm dickes Hautstück in 6—7 Minuten zu töten, während sonst in unsensibilisiertem Zustande tagelange Belichtung zum Absterben nötig war.

In analoger Weise macht sich dann auch noch die Lichtwirkung in der menschlichen Haut, sowie in der darunter liegenden Muskulatur in einer Tiefe bemerkbar, wo sie sonst nie eine Wirkung gehabt haben würde, wenn man durch Einspritzung die betreffenden Gebilde mit sensibilisierenden Lösungen durchtränkt. Ja, man hat es in der Hand, tiefer liegende Schichten zu beeinflussen, während die Oberfläche unverändert bleibt. Es würden also auf diesem Wege z. B. tuberkulöse Herde, welche unter der Haut liegen, ohne operative Verletzungen behandelt werden können. Das ist von Wichtigkeit im Vergleich mit der Röntgen- und Radiumbehandlung, sowie mit der ursprünglichen Finsentherapie überhaupt, wenigstens theoretisch. Diese letzteren Strahlengattungen schädigen alles, was sie auf ihrem Wege erreichen, in gleicher Weise, und vom Radium ist ja bekannt, was für tiefgehende Verbrennungen nebenbei am unrechten Orte und unvermutet in Erscheinung treten. Man wird sogar durch stärkere oder schwächere Farblösungen eine gewisse Dosierung in der Haud haben.

In therapeutischem Sinne sind, den mitgeteilten Beobachtungen entsprechend, bereits auf der dermatologischen Universitätsklinik zu Breslau von Prof. Neisser eingehende Versuche angestellt worden [2]), welche bloß der weiteren Betätigung bedürfen, um wertvolle Tatsachen für die Behandlung gewisser Hautkrankheiten zu bieten.

Diese Dreyersche Methode der Lichtbehandlung scheint eine bedeutende Erweiterung des Finsen-Verfahrens darzustellen, wenn auch das eine nicht das andere ausschließt, da man doch darauf bedacht sein muß, die Summe aller wirksamen Faktoren zusammen zu erhalten. Vielleicht wird man zugunsten billiger Bestrahlungsapparate durch Wegfall der teueren Bergkristall- oder Quarzlinsen auf einen Teil der ultravioletten Strahlen verzichten können. Doch ist es neuerdings auch gelungen, Glassorten zu bereiten, welche sich der Durchlässigkeit der chemischen Lichtwellen gegenüber günstiger verhalten, zumal man den Lichtkonzentrator auch künftig nicht wird entbehren wollen.

Eine genügend wissenschaftlich beglaubigte Tatsache der „Sensibilisierung animalischen Gewebes“ bietet aber insofern etwas Überraschendes, als sich anorganische und organische Gebilde

[2]) Deutsche Medizin. Wochenschrift, 1904. Nr. 8.

in gleicher Weise verhalten. Wie kommt es, dafs die Atome der lichtempfindlichen Silberlösung auf dieselbe Art durch ein Färbemittel beeinflufst werden, wie die lebenden Körperzellen? Naheliegende physikalisch-chemische Vorgänge, wie Erregung von Fluoreszenzstrahlen, welche aktinische und bakterizide resp. zellenreizende Einflüsse haben könnten, desgl. Absorptionsvorgänge bestimmter Lichtwellen sind nicht im Spiele. Wie leicht festzustellen, gibt es fluoreszierende Stoffe, die nicht sensibilisieren und umgekehrt. So hat das allbekannte Petroleum eine sehr schöne Fluoreszenz; niemand aber wird es einfallen, damit eine Platte farbenempfindlich machen zu wollen. Andererseits gibt es fluoreszierende und nicht fluoreszierende Agentien, die nicht sensibilisieren, aber dieselben Absorptionsfähigkeiten aufweisen, wie das oben genannte Erythrosin. Will man aber eine Giftwirkung wenigstens auf die Zellen annehmen, so steht dem entgegen, dafs die sensibilisierende Lösung sich durch vorhergehende Beleuchtung nicht bakterizide machen läfst. Nur im Kontakt mit dem Gewebe, wie mit den Silbersalzen, tritt sie bei Belichtung in Aktion.

Ähnliches findet ja bei der Reizung der Netzhaut des Auges statt, wo auch der rote Farbstoff des Sehpurpurs die Vermittlerrolle der Lichtempfindung spielt, im Verein mit noch anderen Sehstoffen, welche aber farblos sind. Hierbei ist zu beachten, dafs, während Hornhaut, Iris und Linse die ultravioletten Strahlen verschlucken, nur die rotgrüne und in geringem Mafse die blau-violette Reihe bis zum Hintergrund des Auges gelangen und die Nervenelemente der Netzhaut erregen. Darum ist uns auch eine mehr rötliche Beleuchtung angenehmer, weil eindrucksvoller und die Gegenstände leichter erkennbar machend. —

Vielleicht hilft uns auch hier wieder die moderne Theorie der Lösungen, indem sie uns Gruppierungen von Molekülen annehmen läfst, welche durch ionisierende Strahlen verschoben und umgelagert werden.





Von den n-Strahlen ist in neuester Zeit aufserordentlich viel, besonders in der populären Tagesliteratur, die Rede gewesen. Die Wissenschaft hat dagegen von ihnen kaum Notiz genommen. Dieser Umstand mag auffallen. Wir sind in den letzten Jahren mit neuen unsichtbaren Strahlenarten förmlich überschüttet worden. Es ist schwer, sich unter ihnen noch auszukennen. Man unterscheidet die Gruppe der Ätherwellenstrahlen — zu ihnen würden die Strahlen elektrischer Kraft, die Wärmestrahlen, die Lichtstrahlen, die ultravioletten Strahlen gehören — von der Gruppe der Korpuskular-Strahlen (Kathodenstrahlen, Kanalstrahlen, Becquerelstrahlen).[1] Prisma und Magnet lassen beide Strahlengruppen voneinander unterscheiden. Denn während die Ätherwellenstrahlen durch das Prisma aus ihrer geraden Bahn abgelenkt und nach Mafsgabe ihrer Schwingungszahl und Wellenlänge zu einer Art von Musterkarte ausgebreitet werden, gehorchen die Korpuskularstrahlen, aus allerwinzigsten geradlinig fortgeschleuderten Materieteilchen bestehend, dem Prisma zwar nicht, sie werden aber durch einen Magneten, je nach ihrer Geschwindigkeit und dem Vorzeichen ihrer elektrischen Ladung verschiedenartig abgelenkt. Nun entdeckte im Jahre 1903 der französische Physiker Blondlot neuartige unsichtbare Strahlen, die er mit dem Namen n-Strahlen (nach ihrem Entdeckungsort Nancy) belegte. Nach seiner Ansicht gehen diese Strahlen fast von allen glühenden Körpern aus; er fand sie z. B. in den Strahlen des Auerbrenners, in den Strahlen der Sonne, an glühenden Platinblechen, ja neuerdings sogar an zusammengeprefsten beliebigen Materialien und sogar am menschlichen Körper. Diese n-Strahlen wirken nicht auf eine photographische Schicht ein, haben dafür aber einige Eigenschaften sowohl mit den Wärmestrahlen, als mit den elektrischen Wellen gemein. Sie durchdringen einige Körper, z. B. Quarz, aber auch Papier und Holz und beeinflussen sowohl elektrische Funkenstrecken, wie kleine Leuchtflämmchen und gewisse phosphoreszierende Substanzen. Nach Blondlot müfste

[1]) Vgl. den Aufsatz über das Radium, Heft 7 Seite 294, 1904.

man die n-Strahlen folgendermafsen sehr leicht nachweisen können. Von einem Auerbrenner, der in einem Kasten völlig lichtdicht eingeschlossen ist, wird der Zylinder abgenommen, da die n-Strahlen nicht durch Glas gehen. Der Kasten besitzt vor einer mit schwarzem Papier oder Aluminium bedeckten Öffnung eine Quarzlinse. Diese Quarzlinse konzentriert dann die Wirkung der n-Strahlen zu einer Art von Brennpunkt, in welchem nach den Angaben des französischen Physikers sowohl ein winziger elektrischer Funke, wie eine kleine Gasflamme heller aufleuchten soll. Auch phosphoreszierende Substanzen, z. B. das Kalziumsulfit, leuchtet angeblich an dieser Stelle heller auf. Zweifellos gehören die n-Strahlen der Ätherwellenskala an, da sie ja durch die Quarzlinse gebrochen werden. Aus diesbezüglichen Messungen mufs sich daher die Wellenlänge der n-Strahlen ermitteln lassen. Sagnac findet sie zu etwa 0,2 mm. Man könnte demnach die neuen Strahlen sowohl als kurze elektrische Wellen, wie als lange Wärmewellen bezeichnen. Sie treten fast mitten in eine für uns bis jetzt noch vorhandene Lücke der Ätherwellenskala.[2] So wäre denn in der Tat alles recht gut und schön, und man könnte die Blondlotschen Untersuchungen mit Freude als eine nicht unwesentliche Bereicherung unserer Kenntnisse begrüfsen, wenn es nur sonst den anderen, ruhig denkenden und gewissenhaft forschenden Gelehrten gelungen wäre, die relativ sehr einfachen Versuche Blondlots zu wiederholen. Das ist aber bisher durchaus nicht der Fall gewesen, weder von deutscher noch von englischer Seite liegt bisher eine Bestätigung vor. Wohl sind Erscheinungen ähnlich den von Blondlot angegebenen beobachtet worden, sie haben sich aber ausnahmslos als ziemlich grobe, subjektive optische Täuschungen ausgewiesen. Inzwischen fährt Blondlot ruhig fort, weitere Veröffentlichungen über die n-Strahlen zu bringen. Wir müssen jedoch darauf verzichten, sie wiederzugeben, ehe nicht von kompetenter Seite eine Bestätigung der Blondlotschen Versuche erfolgt. Dr. B. D.



Ein Verfahren zur Gewinnung von wasserfreiem Alkohol ohne wasserentziehende Chemikalien, wie Chlorcalcium oder Ätzkalk, hat der Engländer Sidney Young patentieren lassen. Es wird nämlich einfach der wasserhaltige Alkohol mit einer nicht zu hoch siedenden

[2]) Neuerdings soll die Wellenlänge (nach Blondlot) jedoch ganz aufserordentlich klein sein. Die n-Strahlen würden danach noch hinter die ultravioletten Strahlen rangieren.

organischen Flüssigkeit wie Benzol, Chloroform, Benzin versetzt und die Mischung in Kolonnenapparaten destilliert. Ein Kolonnenapparat besteht aus mehreren hintereinander geschalteten Destillationsgefäfsen, von denen immer das nächste höher erhitzt wird wie das vorhergehende, so dafs auf diese Weise eine Trennung des ursprünglichen Gemisches in verschieden hoch siedende Bestandteile erfolgt. Dann geht — das ist die Beobachtung des Erfinders — zuerst ein Gemisch von Wasser, Alkohol und der Zusatzflüssigkeit über, bis alles Wasser im Destillat enthalten ist; dann destilliert eine Mischung von wasserfreiem Alkohol und der organischen Flüssigkeit, bis der Siedepunkt des reinen Alkohols erreicht ist. Das zuletzt genannte Gemisch wird bei der weiteren Destillation an Stelle der Zusatzflüssigkeit verwendet. Da es bis jetzt noch nicht gelungen ist, absolut wasserfreien Alkohol herzustellen (die höchste Grenze ist 99,7 pCt.), so ist das Verfahren jedenfalls von wissenschaftlichem Interesse. Für die Darstellung im Grofsen dürfte es von geringerer Bedeutung sein, da in der Technik ein dringendes Bedürfnis nach absolut wasserfreiem Alkohol nicht vorliegt, so dafs die Verteuerung, die durch die Verwendung von organischen Flüssigkeiten, wie Benzol etc., bedingt wird, durch den erzielten Fortschritt praktisch kaum genügend begründet sein dürfte.

Dr. M. v. P.



Über die Verwendung des Acetylens in gelöstem Zustand.

Dafs das Acetylen (C_2 H_2) einen etwa dreimal so grofsen Heizeffekt hat wie Leuchtgas, ist wohl bekannt. Trotzdem wird es, wenigstens in Deutschland, bis heute noch wenig angewandt. Der Grund ist hauptsächlich in zwei Vorurteilen zu suchen, denen man immer wieder begegnet. Man behauptet nämlich erstens, Acetylen sei giftig, und zweitens, es sei gefährlich. Beide Ansichten sind als durchaus veraltet zu verwerfen. Giftig ist Acetylen nur, wenn es durch Phosphor stark verunreinigt ist (z. B. in den Fahrradlaternen), es ist aber eine Kleinigkeit und es wird beim Verbrauch gröfserer Mengen nie versäumt, es von Phosphor zu befreien; in reinem Zustande hat Acetylen einen angenehmen Geruch (ähnlich wie gekochter Blumenkohl) und ist durchaus unschädlich. Auch die Explosivität des Acetylens braucht man heute nicht mehr zu fürchten, denn man hat in Frankreich eine Methode ersonnen, die das Gas auch im komprimierten Zustande ungefährlich und somit transportfähig macht. Man löst nämlich das Acetylen in Aceton (einer Flüssigkeit, die als Überprodukt bei

der trockenen Destillation des Holzes entsteht und die Formel $CH_3\ CO\ CH_3$ hat). Ein Liter Aceton nimmt pro Atmosphäre Druck 24 Liter Acetylen auf; das Volumen vergröfsert sich dabei um 4%. Die Lösung ist vollkommen harmlos und wäre ohne weiteres transportfähig, wenn sie sich nicht beim Entweichen des Acetylens zusammenzöge. Dadurch entstehen in den Behältern Hohlräume, die sich mit komprimiertem Gas füllen und nun hochgradig explosionsgefährlich wirken. Hier hat Prof. Le Chatelier in Paris den Ausweg gefunden. Von der Beobachtung ausgehend, dafs die Kraft einer Explosion mit dem Querschnitt des Raumes, in dem sie stattfindet, stark abnimmt, verfiel er auf den Gedanken, Transportflaschen durch Füllung mit porösem Material in viele kleine Zellen zu unterteilen und dann mit der Lösung zu beschicken. Er stellte zu diesem Zwecke poröse Materialien her, die eine Porosität bis zu 80% aufwiesen. In der Tat erwies sich die Idee als richtig. Es wurde festgestellt, dafs weder ein elektrischer Funke, den man im Inneren einer Transportflasche überspringen liefs, noch die Hitze eines Schmiedefeuers eine Explosion hervorzurufen imstande waren. Im ersten Fall trat eine minimale Drucksteigerung, im zweiten eine ruhige Verbrennung ein, als das Gefäfs durch die Hitze bereits geborsten war. Diese Versuche waren der französischen und englischen Polizei mafsgebend, den Transport von Acetylenlösungen im weitesten Umfange zu gestatten. Gefäfse nach Le Chatelier nehmen pro Liter Kapazität im leeren Zustand und pro Atmosphäre 10 l, also bei 15 Atmosphären 150 l Acetylengas auf. In Frankreich, Schweden, Rufsland und Amerika verwendet man bereits seit einiger Zeit transportable Acetylenlösungen zur Beleuchtung von Eisenbahnen, Strafsenfahrzeugen und, wegen des grofsen Heizwertes des Acetylengases, auch zum Betrieb von Sauerstoffgebläsen.

Dr. M. v. P.





Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Anding, E. Kritische Untersuchungen über die Bewegung der Sonne durch den Weltenraum. München, F. Straub, 1901.

Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien. Herausgegeben von Ed. Weifs, XVI. Band, Wien 1902.

Annuaire pour l'an 1904, publié par le bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1904.

Astronomischer Kalender für 1904 Herausgegeben von der K. K. Sternwarte zu Wien. Der ganzen Reihe 66. Jahrgang; der neuen Folge 23. Jahrgang. Wien, Karl Gerolds Sohn.

Auerbach, F. Das Zeifswerk und die Carl Zeifs-Stiftung in Jena. Jena, Gustav Fischer, 1903.

Bach, L. Licht am Himmel oder Naturwissenschaftliche Entdeckungen eines Oberelsässischen Volksschullehrers. Rixheim, Sutter & Co., 1903.

Bergens Museums Aarbog 1903, udgivet af Bergens Museum, red. Dr. J. Brunchorst. Heft 1 und Heft 2. Bergen 1903.

Bruhns, W. Petrographie (Gesteinskunde). Mit 15 Figuren. Sammlung Göschen, Leipzig 1903.

Bludau, A Neue zeitgemäfse Bearbeitung von Sohr-Berghaus' Handatlas über alle Teile der Erde. Unter Mitwirkung von Otto Heckt. IX. Auflage. Lieferung 4, 5 und 6. Glogau, Carl Flemming, 1903.

Classen, A. Ausgewählte Methoden der Analytischen Chemie. II. Bd. Unter Mitwirkung von H. Cloeren. Mit 133 Abbildungen und 2 Spektraltafeln. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903.

Classen, J. Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. I. Band. Elektrostatik und Elektrokinetik. (Sammlung Schubert XLVI.) Leipzig, Göschenscher Verlag, 1903.

Classen, J. Naturwissenschaftliche Erkenntnis und der Glaube an Gott. Vortrag, gehalten im Hamburger Protestantenverein. Hamburg, C. Boysen, 1903.

Chalikiopoulos, L. Sitis. Die Osthalbinsel Kretas. Eine geographische Studie. Mit 3 Tafeln und 8 Abbildungen. Berlin, Mittler & Sohn, 1903.

Constan, P. Cours élémentaire d'astronomie et de Navigation. Première partie: Astronomie. Paris, Gauthier-Villars, 1903.

Dacqué, E. Wie man in Jena naturwissenschaftlich beweist. Stuttgart, M. Kielmann, 1904.

Dacqué, E. Der Deszendenzgedanke und seine Geschichte vom Altertum bis zur Neuzeit. München, Ernst Reinhardt, 1903.

(Fortsetzung folgt)

Verlag: Hermann Paetel in Berlin — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

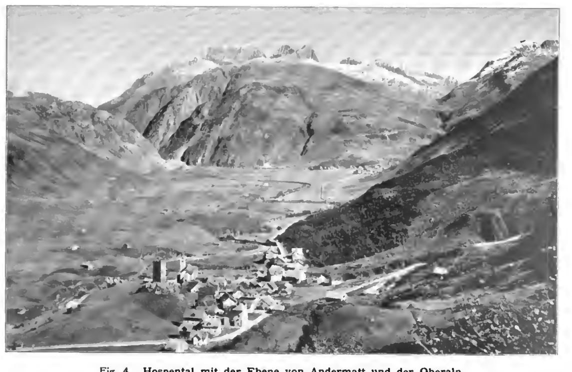


Fig. 4. Hospental mit der Ebene von Andermatt und der Oberalp.





Die Kirchhoffsche Funktion.

Von Professor Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Im Märzhefte des Jahrganges 1897 dieser Zeitschrift hatte ich versucht, in einem Aufsatze „Der Kirchhoffsche Satz und seine Folgerungen", den Kirchhoffschen Satz, der die Grundlage der Spektralanalyse und aller ihrer wunderbaren Ergebnisse bildet, dem Leser zu erklären und zu deuten. Bei dieser Gelegenheit mufste auch die Kirchhoffsche Funktion besprochen werden, und ich konnte einige allgemeine Eigenschaften derselben anführen, durch deren Kenntnis es möglich geworden war, die wichtigste Tatsache der Spektralanalyse, die Identität der hellen und dunklen Linien in den Spektren gasförmiger Körper zu beweisen und damit die wissenschaftliche Spektralanalyse zu begründen. Die wahre mathematische Form der Kirchhoffschen Funktion war damals noch nicht bekannt; ich habe aber bereits darauf hingewiesen, dafs die ganze Fruchtbarkeit der Kirchhoffschen Entdeckung erst nach Auffindung dieser Formel zutage treten kann. Das ist nun heute geschehen; in mühsamer Arbeit, Schritt für Schritt, und in inniger Zusammenwirkung von Experiment und Theorie ist es den Physikern gelungen, den Schlufsstein der Kirchhoffschen Entdeckung einzufügen. Zahlreiche Gelehrte haben hieran gearbeitet, von denen hier nur die folgenden aufgeführt seien: Kurlbaum, Lummer, Pringsheim in experimenteller Beziehung, Wien und Planck in theoretischer Hinsicht. Nachdem Wien der Wahrheit schon recht nahe gekommen war, ist die definitive mathematische Form schliefslich von Planck aufgestellt und bewiesen worden; sie wird als Plancksche Energiegleichung bezeichnet.

Während es gänzlich unmöglich ist, die überaus schwierigen theoretischen Untersuchungen Plancks hier zur Darstellung zu bringen,

möchte ich es im folgenden versuchen, den experimentellen Teil der Untersuchung zu erläutern und einige Anwendungen der Kirchhoffschen Funktion zu besprechen.

Nach dem Kirchhoffschen Satze findet zwischen der Ausstrahlung (Emission) und der Aufsaugung der Strahlen (Absorption) bei jeder Temperatur und für jeden Körper die Beziehung statt $\frac{E}{A} = e$, wobei e die Emission eines sogenannten absolut schwarzen Körpers bedeutet. In Worten heifst dies: „Das Verhältnis der Emission zur Absorption ist für alle Körper dasselbe und zwar gleich dem Emissionsvermögen des absolut schwarzen Körpers bei der betreffenden Temperatur". Unter absolut schwarzem Körper soll nach Kirchhoff verstanden werden ein Körper, der alle Strahlen, die auf ihn fallen, gleichgültig ob se Licht- oder Wärmestrahlen sind, vollständig absorbiert, d. h. in Wärmevermehrung des Körpers umsetzt. Er darf also weder reflektieren, noch Licht, oder allgemein Strahlung, durchlassen. Derartige Körper gibt es in der Natur nicht; am nächsten kommt dieser Bedingung die Kohle in Form von Rufs, doch absorbiert sie von den Lichtstrahlen durchaus nicht alles, sondern nur 98 % unter den günstigsten Bedingungen.

Kirchhoff konnte nun schon selbst einige allgemeine Eigenschaften seiner Funktion, oder also des Emissionsvermögens des absolut schwarzen Körpers aufstellen: Dieses Emissionsvermögen kann nur eine Funktion von Temperatur und Wellenlänge der Strahlung — im sichtbaren Teile der Strahlung, also der Farbe — sein, und zwar mufs es eine einfache Funktion sein (siehe den zitierten Aufsatz). Mit zunehmender Temperatur mufs für alle Wellenlängen die Emission zunehmen, aber natürlich in verschiedenem Mafse. Bei ein und derselben Temperatur ist die Emission für die verschiedenen Wellenlängen des Lichtes ebenfalls eine verschiedene, in dem Sinne, dafs für eine bestimmte Wellenlänge ein Maximum der Emission herrscht. Für alle Temperaturen und für alle Wellenlängen mufs die Absorption eine vollkommene, d. h. $A = 1$ sein (nach der Definition des schwarzen Körpers).

Im Laufe der Zeit erkannte man einige weitere spezielle Eigenschaften der Kirchhoffschen Funktion. Vor allem fand Stefan auf empirischem Wege das nach ihm benannte Gesetz, dafs die Gesamtstrahlung eines schwarzen Körpers mit der 4ten Potenz der absoluten Temperatur zunehme. Die Richtigkeit dieses inzwischen vielfach mit grofsem Erfolge angewendeten Gesetzes wurde später durch Boltz-

mann theoretisch bewiesen. Ferner fand man, dafs das Maximum der Strahlung mit zunehmender Temperatur des strahlenden Körpers sich immer mehr nach dem violetten Teile des Spektrums verschiebe. Alle diese Strahlungsgesetze konnten nun natürlich nur für den absolut schwarzen Körper Gültigkeit haben; eine exakte Prüfung derselben im Laboratorium konnte also erst stattfinden, als es gelang, auf künstlichem Wege einen absolut schwarzen Körper herzustellen, da die Natur einen solchen nicht liefert. Den Weg hierzu hat schon Kirchhoff selbst angegeben. Er hat den Satz ausgesprochen, dafs in jedem Hohlraum, dessen Hülle für Strahlung undurchlässig ist (Metalle) und überall gleiche Temperatur besitzt, die Strahlung des schwarzen Körpers von der Hüllentemperatur herrsche. Der Beweis hierfür ist ein sehr einfacher: Denken wir uns von einem Punkte dieser Hülle einen Strahl nach einer bestimmten Richtung ausgehend, so wird derselbe sehr bald auf einen anderen Punkt der Hülle auftreffen. Da nun das Material, aus dem die Hülle besteht, nicht die Eigenschaft eines absolut schwarzen Körpers besitzt, so wird nur ein Teil der Strahlung absorbiert werden, der übrige Teil wird weiter reflektiert, und zwar bei rauher Oberfläche nach allen möglichen Richtungen hin. Verfolgen wir einen dieser reflektierten Strahlen weiter, so wird er bald wieder irgendwo die Hülle treffen; hierbei wird wieder ein Teil absorbiert, das übrige reflektiert. Der reflektierte Teil wird immer kleiner und kleiner, da ja jedesmal Absorption stattfindet, und schliefslich nach unendlich vielen Reflexionen wird er Null; d. h. es ist durch die Hülle alles absorbiert worden, und das ist ja eben die Eigenschaft des absolut schwarzen Körpers. Das gilt natürlich für alle Strahlungen, die im Inneren verlaufen, und da fremde Strahlung wegen der Undurchlässigkeit der Hülle nicht hineindringen kann, so ist tatsächlich im Innern der Hülle die Strahlung so, als wenn die Hülle aus einem absolut schwarzen Körper bestände.

Hat die Hülle nun eine kleine Öffnung, so tritt aus derselben die Strahlung des schwarzen Körpers aus und kann experimentell untersucht werden. Es darf aber nicht verschwiegen werden, dafs, sobald eine Öffnung in der Hülle ist, die Bedingung zur Herstellung der, um es kurz auszudrücken, „schwarzen“ Strahlung nicht mehr erfüllt ist, da einerseits durch diese Öffnung fremde Strahlung in die Hülle eindringt, anderseits an dieser Stelle ja keine Reflexion und Absorption mehr stattfindet. Es ist aber klar, dafs der hierdurch entstehende Fehler immer kleiner wird, je kleiner die Öffnung im Verhältnis zur Oberfläche der Hülle wird; man hat es also in der

Hand, durch Wahl der Dimensionen der schwarzen Strahlung beliebig nahe zu kommen.

So leicht es hiernach auch erscheint, einen schwarzen Körper herzustellen, so grofs sind doch die technischen Schwierigkeiten, die zu beseitigen sind, sobald es sich darum handelt, einen Körper zu konstruieren, der mit einem hohen Grade von Genauigkeit die schwarze Strahlung bei sehr verschiedenen, aber exakt zu bestimmenden Temperaturen liefert. Erst in den letzten Jahren ist es den eingangs genannten Physikern gelungen, diese Schwierigkeiten zu überwinden. Man ist hierbei zu verschiedenen Konstruktionen gelangt, von denen die vorteilhafteste wohl diejenige des elektrisch geheizten schwarzen Körpers sein dürfte, da man hierbei jede beliebige Temperatur bis nahe an den Schmelzpunkt des Platins hin erreichen kann.

Der „schwarze" Körper selbst besteht aus einem Porzellanrohr — ist also an sich weifs —, welches vorn offen und hinten geschlossen ist bis auf 2 kleine Öffnungen, die zur Durchführung dünner Drähte dienen. Im Innern ist das Rohr durch Diaphragmen in verschiedene Abteilungen getrennt, die aber durch die Öffnungen der Diaphragmen miteinander in Verbindung stehen. Aufsen ist das Porzellanrohr mit einem dicht anschliefsenden Rohr aus dünnem Platinblech umgeben, und dieses wiederum von einer Hülle aus Asbestpappe, die zum Wärmeschutze des Platinbleches dient. Die beiden Enden des Platinrohres sind leitend mit je einem Pole einer Starkstromleitung verbunden. Geht der Strom durch das Platinrohr hindurch, so wird dasselbe erwärmt, und zwar hat man es durch Regulierung der Stromstärke in der Hand, das Platinrohr von schwachen Erwärmungen an bis zur Weifsgluthitze zu heizen.

Die Wärme des Platinrohres teilt sich nun allmählich dem Porzellanrohr mit, und nach längerer Heizung mit einem gleichförmigen Strom stellt sich Gleichgewicht her zwischen der durch den Strom zugeführten Wärme und der durch Strahlung und Leitung nach aufsen abgegebenen, so dafs die hintere Abteilung des Rohres, der eigentlich schwarze Körper, überall die gleiche Temperatur besitzt, was ja eine der Hauptbedingungen für die Herstellung des schwarzen Körpers ist. Wann dieser stationäre Zustand eintritt, läfst sich bei Temperaturen, die ein Glühen hervorrufen, leicht durch den Anblick erkennen. In diesem Falle wird, wie wir oben gesehen, das Material, aus dem die Hülle besteht, gleichgültig; die Strahlung ist eben die des schwarzen Körpers; die vorher noch erkennbaren verschiedenen Teile des Hohlraumes, besonders das Diaphragma und

die im Innern befindlichen Platindrähte verschwinden, und der Hohlraum erscheint als völlig gleichförmig glühende Fläche. Es handelt sich nun noch um die Ermittelung der Temperatur des Hohlraumes. Das geschieht durch ein im Hohlraum befindliches Thermoelement, bestehend aus Platin und einer Legierung von Platin mit Rhodium, dessen Drähte durch die vorhin erwähnten Öffnungen in der Hinterwand der Porzellanröhre nach aufsen und zwar unmittelbar in ein mit schmelzendem Eise gefülltes Gefäfs führen, so dafs sich die hintere Lötstelle des Elements stets in der gleichen Temperatur von 0⁰ befindet. Die Temperatur selbst wird, wie üblich, vermittels eines Galvanometers gemessen. Das ist in rohen Umrissen der absolut schwarze Körper, dessen Strahlung durch die vordere Rohröffnung nach aufsen gelangt und dann mit Hilfe besonderer Apparate gemessen werden kann.

Wir hatten festgestellt, dafs die Kirchhoffsche Funktion allein abhängig sei von der Temperatur des strahlenden Körpers und der Wellenlänge der Strahlung; die Messung der Strahlung behufs experimenteller Ermittelung der Kirchhoffschen Funktion mufs demnach für die verschiedenen Wellenlängen getrennt erfolgen; die Strahlung mufs also im Spektroskop erst nach ihrer Wellenlänge zerlegt und dann gemessen werden. Die Zerlegung kann nicht mit einem gewöhnlichen, mit Glasprismen und Glaslinsen versehenen Spektroskope ausgeführt werden, da die Strahlen gröfserer Wellenlänge, im Ultrarot gelegen, durch Glas stark absorbiert werden. Für Strahlen gröfser als 2 μ (0,002 mm) ist das Glas überhaupt ganz undurchsichtig. Die Prismen sind daher aus anderen Materialien herzustellen, die diese unangenehmen Eigenschaften des Glases nicht besitzen, und das sind Steinsalz, Flufsspat und Sylvin. Die Anfertigung brauchbarer Linsen aus diesen Materialen bietet aber gröfsere Schwierigkeiten, und so verzichtet man lieber auf deren Verwendung und ersetzt sie durch silberne Hohlspiegel.

Die eigentliche Messung der Strahlungsenergie an den verschiedenen Stellen des Spektrums erfordert die vollständige Umsetzung in Wärme. Als Auffänger der Strahlung müfste also wieder ein schwarzer Körper dienen. Während es nun noch verhältnismäfsig leicht war, einen schwarzen Körper zu konstruieren, der zur Aussendung der Strahlung dient, sind die Schwierigkeiten der Herstellung eines für die Aufnahme der Strahlung geeigneten Körpers bisher unüberwindlich gewesen, und so ist man auf die Verwendung einer berufsten Fläche angewiesen, und hierin liegt eine Unvoll-

kommenheit, wohl die einzige, der ganzen Methode, da man nicht weifs, ob der Rufs die Strahlen der verschiedenen Wellenlängen alle gleichmäfsig stark absorbiert, wie es ja bei der Feststellung ihrer relativen Intensität notwendig ist.

Die Strahlungen, die von Körpern niedriger Temperatur ausgehen, sind nun, besonders nach ihrer spektralen Zerlegung, aufserordentlich schwach und dementsprechend die durch sie hervorgebrachten Temperaturerhöhungen ungemein gering; ihre Nachweisung oder gar Messung durch Thermometer ist ganz ausgeschlossen, und selbst die sonst so empfindlichen Thermoelemente versagen hierbei. Es ist die bolometrische Messungsmethode, die allein noch Resultate liefert. Das Bolometer besteht im wesentlichen aus einem äufserst dünnen Platinstreifen (0,001 mm Dicke), dessen vordere Fläche berufst ist und die Strahlung auffängt. Durch den Streifen wird ein schwacher, elektrischer Strom geleitet, dessen Stärke mit Beihilfe einer Wheatstoneschen Brücke in einem äufserst empfindlichen Galvanometer gemessen werden kann. Die Stromstärke ist abhängig von dem Widerstande des Bolometerstreifens, der seinerseits wieder von seiner Temperatur abhängt: mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand zu, die Stromstärke und damit der Galvanometerausschlag ab. Bringt man den Streifen langsam nacheinander an die verschiedenen Stellen des Spektrums, so ist also auf dem angedeuteten Umwege durch die verschiedene Ablenkung der Galvanometernadel die mit der Strahlungsenergie zusammenhängende Temperatur des Streifens zu messen. Es ist auf diese Weise möglich gewesen, Temperaturunterschiede von dem millionsten Teile eines Celsiusgrades zu messen.

Die hiernach gewonnenen Energiekurven der Strahlungen für die verschiedenen Temperaturen konnten nunmehr mit den theoretischen Ergebnissen verglichen werden, und wie schon gesagt, ist es schliefslich Planck gelungen, auf theoretischem Wege eine „Energiegleichung“, d. h. die Kirchhoffsche Funktion, abzuleiten, die den Beobachtungen völlig Genüge leistet. Diese Energiegleichung lehrt, dafs die Strahlungsenergie des schwarzen Körpers für jede Wellenlänge λ und für jede absolute Temperatur T auszudrücken ist durch

$$S = \frac{C}{\lambda^5 \left(e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1\right)}$$

Hierin ist C eine Konstante, die nur für ein bestimmtes Experiment eine Bedeutung hat, während c eine sehr wichtige Konstante ist, deren Wert experimentell zu 14 600 ermittelt wurde, und über deren Bedeutung gleich noch einige Erläuterungen zu geben sind.

Die Plancksche Gleichung erfüllt nun zunächst die schon von Kirchhoff erkannte Bedingung, dafs sie als Naturgesetz von einfacher Form sein müsse, sie liefert eine kontinuierliche, mit einem Maximalwert versehene Kurve. Sie enthält ferner die Gesetze der Strahlung, die schon früher erkannt waren, und die zum Teil schon eingangs erwähnt sind. In erster Linie erfüllt sie das Stefansche Gesetz, nach dem die Gesamtstrahlung, also die Summe der Strahlungen für alle Wellenlängen von Null bis Unendlich, proportional der 4. Potenz der absoluten Temperatur ist, während das Maximum der Strahlung oder die Höhe des Gipfelpunktes der Strahlungskurve proportional mit der 5. Potenz der absoluten Temperatur wächst. Wir hatten bereits erwähnt, dafs sich mit zunehmender Temperatur dieser Gipfelpunkt der Strahlungskurve immer mehr nach dem Violett verschiebe, d. h., dafs die Wellenlänge des Strahlungsmaximums, die mit λ_{max} bezeichnet werden möge, immer kleiner wird. Der mathematische, ungemein einfache Ausdruck des „Verschiebungsgesetzes" lautet:

$$\lambda_{max} \cdot T = A,$$

wo A eine Konstante ist, deren Wert zu 2940 gefunden wurde; hiermit hängt die schon erwähnte Konstante c durch die einfache Gleichung

$$c = 4{\cdot}965\,A$$

zusammen.

Wie man sieht, sind die Energiegleichung und alle mit ihr zusammenhängenden Strahlungsgesetze ganz ungemein einfacher Natur, so dafs sie jeder Laie verstehen kann und man nicht vermuten sollte, dafs zu ihrer Ableitung ein besonderes Mafs von mathematischem Scharfsinn erforderlich gewesen ist.

Wir wollen uns nun mit den allgemeinen Konsequenzen, die sich aus der Kirchhoffschen Funktion ergeben, beschäftigen, wobei noch einmal zu betonen ist, dafs diese Konsequenzen in Strenge nur für den absolut schwarzen Körper gültig sind. Da die Gesamtstrahlung mit der 4. Potenz der absoluten Temperatur wächst, das Maximum der Strahlung aber mit der 5. Potenz, so folgt, dafs mit zunehmender Temperatur die Strahlungskurve immer steiler wird. Wie mächtig aber solche Potenzen wirken (daher ja auch der Name), kann am besten an einem Beispiel klargelegt werden. Zu dem Zwecke wollen wir die Strahlungsverhältnisse miteinander vergleichen bei den Temperaturen $0^0 = 273^0$ absolut; $1000^0 = 1273^0$ absolut (Schmelztemperatur des Silbers) und $6000^0 = 6273^0$ absolut (Sonnentemperatur).

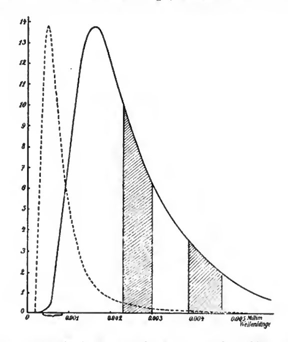
Dann verhalten sich die entsprechenden Strahlungsenergien wie $273^4 : 1273^4 : 6273^4$ und die entsprechenden Maxima der Strahlungen wie

dieselben Zahlen zur 5. Potenz. Bezeichnet man also die Strahlungsintensität des Körpers von 0° mit 1, so ist diejenige des Körpers von der Schmelztemperatur des Silbers bereits 470 mal stärker, diejenige der Sonne aber gar 280000 mal gröfser. Jetzt kann man verstehen, weshalb uns die Strahlung der 20 Millionen Meilen weit entfernten Sonne unter Umständen unerträglich vorkommt, während wir bei der Annäherung an eine Eismasse das Gefühl einer scheinbaren Kältestrahlung haben, dadurch veranlafst, dafs die uns vom Eise zukommende Strahlung geringer ist als die von unserem wärmeren Körper dem Eise zugehende, wodurch uns also Wärme entzogen wird. Noch gewaltiger werden die Unterschiede, wenn wir die Maxima der Strahlung betrachten, also die höchsten Punkte der Strahlungskurven. Denken wir uns die Strahlungskurve bei 0° aufgezeichnet, so dafs ihre Maximalhöhe nur 1 mm beträgt, so würde bei 1000° die Spitze der Kurve bereits 2·2 Meter hoch liegen, bei der Sonnentemperatur sogar 6·4 Kilometer hoch! Das ist wohl eine genügende Erklärung dafür, dafs wir bei diesen Betrachtungen die umständliche Beschreibung durch Worte und Zahlen gewählt haben, anstatt der sonst viel bequemeren und anschaulicheren Darstellung durch die Kurven selbst. Bei den folgenden spezielleren Anwendungen der Kirchhoffschen Funktion kommen wir aber ohne die Betrachtung der Kurven selbst nicht davon; sie sollen indessen für die verschiedenen Temperaturen als von gleicher Höhe dargestellt werden, nachdem wir uns bewufst geworden sind, welche gewaltigen Mafsstabreduktionen hierzu erforderlich sind.

Es möge als erstes Beispiel der Wichtigkeit der Kirchhoffschen Funktion die Aufgabe gelöst werden, wie grofs der Verlust der Sonnenstrahlung ist infolge der Absorption durch die in unserer Atmosphäre enthaltene Kohlensäure. Da auch selbst auf den höchsten Bergen noch eine sehr beträchtliche Menge Kohlensäure in den oberhalb gelegenen Luftschichten vorhanden ist, so kann, ganz abgesehen von anderen Schwierigkeiten, diese Aufgabe durch die Messung der Sonnenstrahlung selbst nicht gelöst werden; man ist auf Untersuchungen im Laboratorium angewiesen. Hierbei tritt nun die Schwierigkeit ein, dafs man im Laboratorium keine Licht- oder Strahlungsquelle zur Verfügung hat, deren Temperatur auch nur annähernd derjenigen der Sonne gleichkäme. Wir wollen nun annehmen, die Laboratoriumsversuche hätten ergeben, dafs die Kohlensäureabsorption aus der Strahlung eines schwarzen Körpers von rund 2000° (Schmelztemperatur des Platins) 25 % betrage, und dafs sie, wie dies auch tatsächlich

der Fall ist, wesentlich in zwei im Ultrarot gelegenen Spektralgebieten zustande komme, deren Wellenlängen von 0,0023 mm bis 0,0030 mm und von 0,0039 mm bis 0,0047 mm liegen.

In der untenstehenden Figur stellt nun die ausgezogene Linie die Planck'sche Energiekurve für die Temperatur 2000° dar. Die Ordinaten (Höhen) dieser Kurve sind in einem beliebigen Mafsstab gegeben, die horizontale Ausdehnung (Abszissen) nach den Wellen-



längen in Tausendsteln eines Millimeters von 0 an bis 0,005 mm. Zur Orientierung möge daran erinnert werden, dafs sich das Gebiet der sichtbaren Strahlen von 0,0004 mm bis 0,0008 mm erstreckt, also nur die durch die ⏟ angedeutete kurze Strecke umfafst. Wie man sieht, liegt der allergröfste Teil dieser Strahlung ganz aufserhalb des sichtbaren Spektrums im Ultrarot. Das Maximum der Strahlungsenergie liegt bei der Wellenlänge 0,0016 mm. Die schraffierten Streifen geben nun das Absorptionsgebiet der Kohlensäure an, und es läfst sich leicht folgendes übersehen. Wenn die Kurve den Verlauf der Strahlungsenergie anzeigt, so mufs der Flächeninhalt der Kurve, von der unteren

horizontalen Linie an gerechnet, den Gesamtenergiebetrag der Strahlung darstellen, und von diesem Gesamtbetrage gehen die beiden schraffierten Flächen, welche den Betrag der Absorption darstellen, ab. Die schraffierten Flächen bilden aber nur den 4ten Teil der Gesamtfläche, daher die Angabe, dafs die Kohlensäure bei einer Strahlungsquelle von 2000° eine Absorption von 25% ausübe, vollständige Absorption vorausgesetzt.

Die punktierte Linie ist nun die Strahlungskurve für 6000° (Sonnentemperatur), deren Spitze bei gleichem Mafsstabe wie für die 2000° Kurve ungefähr 50 m hoch liegen müfste. Ihr Maximum liegt bei 0,0005 mm Wellenlänge, und infolge ihres steileren Anstiegs sind die im Ultrarot gelegenen Strahlungen verhältnismäfsig schwach. Die von den schraffierten Streifen ausgeschnittenen Flächenstücke stellen nun wiederum die Absorption der Kohlensäure dar, aber diesmal ist ihr Inhalt zu dem der ganzen Kurve ein viel geringerer, er beträgt nur noch 4 %. Damit ist die noch vor wenigen Jahren völlig untraitable Aufgabe gelöst: Die Absorption der Kohlensäure beträgt für die Sonnenstrahlung 4 %, geschlossen aus Laboratoriumsversuchen, die eine Absorption von 25 % ergeben hatten.

Von diesem Beispiel rein wissenschaftlicher Natur wollen wir zu einer anderen Anwendung übergehen, welche zwar noch von hoher wissenschaftlicher Bedeutung ist, aber auch in technischer Beziehung wichtig erscheint, und in gewissem Sinne eine Umkehr der vorhin gestellten Aufgabe ist: Es soll aus der Strahlung die Temperatur des strahlenden Körpers bestimmt werden. Von den verschiedenen Methoden, nach denen dies erfolgen kann, möge hier nur eine, die am einfachsten zu erklärende, angegeben werden. Wir hatten bereits das sogenannte Verschiebungsgesetz kennen gelernt, $\lambda_{max} \cdot T = 2940$, nach welchem die Wellenlänge der Maximalstrahlung mit zunehmender Temperatur immer mehr abnimmt. Den Effekt dieser Verschiebung, für die Vermehrung der Temperatur von 2000° auf 6000°, zeigt auf das deutlichste die bereits benutzte Figur. Mifst man also bei einem strahlenden Körper, bei welcher Wellenlänge das Maximum seiner Strahlung liegt, so erhält man hieraus nach der obigen Gleichung ohne weiteres die Temperatur des strahlenden Körpers, sofern derselbe ein absolut schwarzer ist. Letzteres ist aber in der Praxis nicht der Fall, und deshalb hat Pringsheim auch die Strahlungskurve für einen Körper untersucht, dessen Eigenschaften von denen eines absolut schwarzen Körpers sehr weit entfernt sind; als solcher erschien blankes Platin geeignet, da sein grofses Reflexionsvermögen,

welohes auoh heim Glüben hestehen bleibt, ihn vom schwarzen Körper stark unterscheidet. Es ergah sich, dafs heim Platin dss Verschiebungsgesetz ebenfalls gültig ist, dafs aber anstatt der Konstsnten 2940 der Wert 2630 zu setzen ist. Die meisten in Frage tretenden Körper liegen nun in hezug auf ibre Strahlungseigenschaften zwischen dem schwarzen Körper und dem blanken Platin; herechnet msn also die Temperatur mit beiden Konstanten, so wird der wahre Wert zwischen den beiden Resultaten liegen.

Als Beispiel mögen folgende Messungen angeführt werden (Pringsheim):

Strahlungsquelle	λ max.	T (schwarz)	T (Platin)
Elektr. Bogen .	0,0007	4 200°	3 750°
Nernstlampe . .	0,0012	2 450	2 200
Gasglüblicbt . .	0,0012	2 450	2 200
Glühlampe . .	0,0014	2 100	1 875
Kerze	0,0015	1 960	1 750

Es ist die Hoffnung vorhanden, dafs es gelingen wird, in jedem einzelnen Falle festzustellen, ob die Strahlungsquelle sich in ibren Strahlungseigenscbaften mehr dem schwarzen Körper oder dem Platin nähert. Dadurch würden natürlich die Grenzen, innerbalb deren die wsbre Temperatur liegt, enger gezogen sein; aber auch so gibt diese Methode schon eine recht hefriedigende Genauigkeit, hesonders, wenn man bedenkt, dafs sie auf die höchsten Temperaturen anwendbar ist, bei denen jegliche direkte Temperaturbestimmung zur Unmöglichkeit wird.

Zum Schlusse wollen wir nun auf eine Frage übergehen, die von der höchsten Bedeutung für die Leuchttechnik zu werden verspricht.

Aus der vorstehenden kleinen Tabelle ist zu ersehen, dafs den gebräuchlichsten Lichtquellen, denen sich auch die dabei nicht angeführte Petroleumlampe anschliefst, eine Temperatur in der Höhe von 2000° zukommt; eine Ausnahme bildet nur die elektriscbe Bogenlampe.

Betrachten wir nun unsere Strahlungsenergiekurve bei 2000°, so sehen wir, wie schon erwähnt, dafs der hei weitem gröfste Teil der Energie — und diese Energie stellt den Kraftverhrauch heim Leuohten, also auch cum grano salis den Kostenpunkt dsr — im Ultrarot liegt und demnach für das Sehen unnötig ist, ja nicbt blofs unnötig, sondern in vielen Fällen, z. B. durch Erhitzung des Kopfes hei nahestehender Arheitslsmpe, direkt scbädlich wirkt. Es wird

tatsächlich nur 1 bis 2% der Gesamtenergie wirklich zum „Leuchten“ verwendet, d. h., es findet eine ganz ungeheure Verschwendung von Energie und damit von Geld statt. Dem ist aber zunächst dadurch abzuhelfen, dafs Leuchtquellen von höherer Temperatur zur Verwendung gelangen, wobei das Maximum der Strahlung immer mehr sich dem sichtbaren Teile des Spektrums nähert. Welcher Gewinn dabei zu erzielen ist, lehrt der Umstand, dafs die Gesamtenergie der Strahlung bekanntlich mit der 4ten Potenz der Temperatur wächst, während bei 2000° die Lichtemission etwa mit der 14ten Potenz zunimmt! Ein lehrreiches Beispiel dieser Art hat Pringsheim gegeben. Eine gewöhnliche elektrische Glühlampe liefert ihre normale Helligkeit von 16 Kerzen bei 45 Volt Spannung und 1,3 Ampère Stromstärke, also bei einem Energieverbrauche von 58,5 Watt. Für ganz kurze Zeit hält diese Lampe eine starke Überlastung aus, sie brennt noch bei 95 Volt und 3 Ampère, also bei 285 Watt. Ihre Helligkeit ist dann kaum noch zu ertragen, sie beträgt 2080 Kerzen, ist also um das 130fache gestiegen, während der Energieverbrauch nur um das 5fache gewachsen ist. Der Nutzeffekt ist also der 26fache. Dabei ist die Temperatur des Kohlefadens von 2000° auf etwa 3000° gestiegen. In diesem Zustande würde die Lampe die denkbar billigste Lichtquelle darstellen, wenn sie haltbar wäre; aber leider zerreifst der Kohlefaden in wenigen Minuten. Noch aufserordentlich viel billiger arbeitet, um diesen Ausdruck zu gebrauchen, unsere Sonne bei ihrer Temperatur von 6000°. Aus der für diese Temperatur gültigen punktierten Strahlungskurve ersieht man, dafs bereits 60%, also über die Hälfte der Gesamtstrahlung in den sichtbaren Teil des Spektrums fällt, also tatsächlich zum Leuchten verwendet wird.

Wie man erkennt, steht unsere Leuchttechnik trotz ihrer gewaltigen Erfolge in den letzten Jahrzehnten noch immer auf einer sehr tiefen Stufe. Ihre Bestrebungen müssen nach zwei Richtungen gehen, entweder Materialien zu finden, die, etwa elektrisch geglüht, viel höhere Temperaturen als die bis jetzt bekannten auf längere Zeit aushalten können, oder aber solche, deren Strahlungskurven stark von derjenigen des schwarzen Körpers abweichen, in dem Sinne, dafs auch bei geringeren Temperaturen die Strahlung im Ultrarot klein ist gegenüber derjenigen im sichtbaren Teile des Spektrums. Nach beiden Richtungen hin werden von den Technikern unausgesetzt Versuche angestellt, und es werden immer weitere Fortschritte in dieser Beziehung zu erhoffen sein.

In der organisirten Natur ist übrigens diese Aufgabe längst gelöst, und zwar in der letzteren Richtung hin: Das recht intensive Leuchten der Leuchtapparate bei gewissen Insekten findet ohne merkliche Temperaturerhöhung statt.

Wir sind damit scheinbar weit von unserem eigentlichen Thema abgekommen. Aus fast ganz abstrakten mathematischen Betrachtungen über den Kirchhoffschen Satz und die Form der Kirchhoffschen Funktion und aus den schwierigsten experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiete der Wärmestrahlung sind wir in die Bestrebungen der modernsten Technik hineingelangt. Aber nur scheinbar. So wie die stetige und beharrliche wissenschaftliche Forschung auf dem Gebiete der Strahlung zunächst zum Kirchhoffschen Satze und damit zur Begründung der Spektralanalyse geführt hat, so hat die gleiche Beharrlichkeit auch zur Entdeckung der Kirchhoffschen Funktion und damit zur Begründung einer quantitativen Spektralanalyse geleitet, als deren Konsequenzen wir hier nur einige Probleme angeführt haben.





Das Gotthard-Gebiet als Sommer-Aufenthalt.

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

Das Gotthard-Gebiet ist durch die Gotthardbahn erst eigentlich erschlossen worden. Als wir seinerzeit mit den Arbeiten für den grofsen Tunnel begannen, gab es in Airolo und in Gösohenen je einen kleinen Gasthof. Die Reisenden übernachteten dort nur, um am andern Morgen über den Berg weiter zu reisen, oder, wenn dies durch Schneefall und Lawinen-Gefahr unmöglich gemacht, um zu warten, bis die Strafse und der Pafsübergang wieder frei geworden waren. Jetzt sind in Airolo, abgesehen von den kleineren Gasthäusern, sieben gröfsere Hotels, und doch kommt es trotz der zahlreichen Privat-Quartiere während der guten Jahreszeit nicht selten vor, dafs alles überfüllt ist. Während aber die übrige Schweiz und auch Italien von Deutschen geradezu überflutet werden, sind am Gotthard, zumal an seinem Südabhange, unsere Landsleute auffallenderweise noch wenig zahlreich vertreten, trotzdem die landschaftlichen Schönheiten und namentlich das herrliche Klima den Aufenthalt in jenen Gegenden besonders genufsreich gestalten. Dabei ist der Gotthard ungemein reich an lohnenden Bergpartien und Ausflügen aller Art, auch für diejenigen, welche das ruhige Geniefsen der prächtigen Alpenpanoramen von unschwer zu besteigenden Berggipfeln aus und die köstlichen Hochgebirgslandschaften mühsameren Kletterpartien vorziehen. Aber auch den Liebhabern der letzteren bieten Pizzo Rotondo, Leckihorn etc. hinreichende Gelegenheit zur Ausübung des Bergsportes. Die Gotthardbahn ermöglicht einen so leichten Übergang von der einen Seite des Gebirges auf die andere, dafs man die Wetterscheide, welche der Gotthard im wahren Sinne des Wortes bildet, vorteilhafter benutzen kann zur Auswahl der günstigsten Witterungsverhältnisse, als dies in irgend welchem anderen Teile der Alpen mit gleicher Schnelligkeit und Bequemlichkeit ausführbar ist. Zudem wechseln hier auf verhältnismäfsig kleinem Raume

die Menschen mit ihren Wohnungen, Sitten, Gebräuchen, nationalen Eigentümlichkeiten so unvermittelt rasch, bieten Süd- und Nordseite so verschiedenartige Bilder und Eindrücke, dafs ein Durchwandern des Gotthard-Gebietes mit seinen Tälern, Höhen und stillen Alpenseen für den mit offenen Sinnen beobachtenden Reisenden besonders genufsreich sich gestaltet. „Vier Ströme brausen hinab in das Tal, nach Abend, Nord, Mittag und Morgen!“ Rhein, Rhone, Reufs und Tessin entspringen am Gotthard. Der Rhein entfliefst als Vorderrhein dem



Fig. 1. **Rhonegletscher und Hotel Gletsch.**

stillen kleinen Toma-See zwischen hohen Felswänden am nordöstlichen Abhange des Badus (Sixmadun) und stürzt sich mit überschäumender Jugendlust über mächtiges Steingetrümmer das einsame Hochtal hinab. Die Rhone entquillt als stattliches Gewässer der blauen, prächtigen Eisgrotte am Rhone-Gletscher (Fig. 1). Tessin und Reufs haben ihre Quellen in den Gotthard-Seen, die mit ihrer stattlichen Zahl und Gröfse den Wasserreichtum des Gotthard-Gebietes bekunden. Die Berggipfel sind sehr zahlreich und mannigfaltig gestaltet. Die höchste Spitze bildet der steil aufragende Pizzo Rotondo (3197 m), westlich der Pafshöhe und oberhalb des Bedretto-Tales (Fig. 2). Dieser Teil des Gotthard-Gebietes ist am meisten vergletschert und firnreich. In einer starken Tagestour kann man ihn durchwandern, über die Fibia und den

Pizzo Lucendro, den „Leuchtenden“, so benannt wegen seines prächtigen, blendend weifsen Schneemantels. An seinem Fufse liegt der gröfste der Gotthard-Seen, der Lucendro-See, dessen kristallklares Wasser in die Reufs einen Abflufs hat. Ein Pfad führt an seinen Ufern entlang, und wunderbar schön ist der Blick auf diesen herrlichen, blaugrünen, stillen Alpensee (Fig. 3), blau, wo der Himmel, grün, wo die grünen Matten in seinen Wassern sich spiegeln. Dazu der grofsartige Abschlufs durch die Schneeberge und Gletscher in seinem Hintergrunde, vor allem den Piz Lucendro mit dem breiten, bis zur kegelförmigen Spitze sich hinziehenden, jungfräulich reinen Firnfelde, das mit sanft sich anschmiegender Wölbung gleich einem Königsmantel über ihn ausgebreitet daliegt. Andere Kuppen, Schnee- und Eisfelder von bizarren, phantastischen Formen, zackige Spitzen und Felsgrate schliefsen sich an, in weitem Bogen die grünen Ufermatten und den See umgürtend. Gleichmäfsig rauschen die herabquellenden Gletscherwasser, und leise plätschern die Wellen am Uferrande, als wollten sie erzählen von den Herrlichkeiten dieser geheimnisvollen Natur, der zu lauschen auf sonniger Alp im „dolce far niente“ für den ruhesuchenden Wanderer eine wohlige Erquickung ist.

Am Ausflusse des Sees verhindert ein Schutzwehr das Austreten der Fische, Forellen, mit denen der Erbauer des Hotel Prosa am Gotthardpass, der vor einigen Jahren verstorbene Felix Lombardi, den Lucendro-See bevölkert hat. Die junge Reufs stürzt über dasselbe hinweg und eilt strudelnd und schäumend mit der Gotthard-Reufs zu Tal. Der grofsen Strafsenwindung gegenüber nimmt sie ihren ersten bedeutenderen Zuflufs auf, den aus dem Guspistale kommenden Gletscherbach gleichen Namens. Die nördliche Wand dieses steil ansteigenden Quertales bildet das Kastelhorn, unter dessen scharfem Grate in der Tiefe der Gotthard-Tunnel hinzieht. Als ich bei der oberirdischen Absteckung der Tunnelachse dort oben stationierte, zeigte sich der Felskamm an der Stelle, wo die Richtung der Achse über ihn weggeht, so schmal und jäh abfallend, dafs kaum genügend Platz vorhanden war, um ein Instrument dort aufzustellen und zwar ohne Dreifufs direkt auf den Felsen. Nebel verdeckten hartnäckig das rückwärts nach Süden zu gelegene Anschlufs-Signal, und stundenlang mufste ich untätig dort oben ausharren. Spazierengehen konnte man auf dem verwitterten und brüchigen Grate nicht, ich legte mich daher auf den Rücken und schaute in die Wolken, um abzuwarten und zu träumen. Da bemerkte ich senkrecht hoch über mir

einen mächtigen Adler, der majestätisch seine Kreise beschrieb. Ich liefs mir das Gewehr reichen und mehr zum Zeitvertreib als in der Hoffnung, ihn zu erlegen, zielte ich nach ihm, den Kopf rückwärts fest auf den Fels gestützt. Zweimal schofs ich so nach ihm, aber ruhig zog er seine Kreise weiter; beim dritten Schusse überschlug er sich und schofs dann jäh hinab in den Abgrund. Dies war meine erste und einzige Adler-Jagd in den Alpen am Gotthard. Gemsen und Murmeltiere gibt es dort in gröfserer Zahl, namentlich die



Fig. 2. Pafshöhe des Gotthard.

letzteren, deren Fleisch von meinen Leuten gern gegessen wurde. Kalten Gemsen- und Murmeltier-Rücken mit altem Kirschwasser habe ich als kräftiges Alpen-Frühstück aus jener Zeit noch in guter Erinnerung.

In langer gerader Linie läuft die Gotthard-Strafse durch die „langweilig interessante" Steinöde der linksufrigen Bergwand entlang, bis sich plötzlich das weite Urserental auftut, in das die Reufs aus steiler enger Bergschlucht hinabstürzt. Überrascht durch den schnellen Wechsel der Szenerie, weidet sich der Blick an den weiten, mit saftigem Grün bedeckten Matten Fig. 4 (Titelblatt), die im Beginn des Sommers mit Tausenden von Alpenblumen geschmückt sind. Hier sollen einstmals die Reste der Goten, die aus der Schlacht am Vesuv sich ge-

rettet hatten, eine neue Heimstätte gefunden haben. Im Vordergrunde liegt das freundliche Hospental (Fig. 4 Titelblatt), überragt von der steilen und zackigen Wand der Spitzliberge mit dem altersgrauen Longobardenturme, ein Überbleibsel und Wahrzeichen aus der Völkerwanderung. Links die prächtige schneebedeckte Gruppe des Galenstocks mit dem Tiefengletscher, rechts die vom Oberalp-Pafs und See (Fig. 5) in vielen Windungen herabkommende Strafse, die sich im Hauptorte des Urseren-Tales, dem hotel- und militärreichen Andermatt (Fig. 6), mit der Gotthard- und Furka-Strafse vereinigt, um durch das Urner Loch und die wilden Schöllenen mit der Teufelsbrücke in einer grofsartigen Felsenschlucht an der Wasserfassung für die Tunnel-Ventilation (Fig. 7) und der alten Sprengi-Brücke (Fig. 8) vorbei nach Göschenen hinabzuführen.

Hier bei Göschenen mündet von der linken Seite eine neue Reufs, die „Göschener-Reufs", in den Hauptflufs ein. Der Name „Reufs" ist im Kanton Uri sehr häufig und gleichsam eine Kollektiv-Bezeichnung, die vielleicht mit dem Worte „Geräusch" zusammenhängt. Die meisten Bergbäche in Uri haben diesen Namen; nach Verlassen des Vierwaldstätter Sees aber trägt ihn nur noch der Hauptflufs.

Auf gutem Wege mit mäfsiger Steigung gelangt man, im Göschener Reufstale aufwärts wandernd, nach einer halben Stunde zu den hübschen Schweizer-Häuschen des kleinen Bergdorfes Abfrut und weiter hinauf über ein ödes Steinfeld, sehr bezeichnend das „Wüest" genannt, nach Überschreiten einer „stäubenden" Brücke durch eine enge Schlucht zu einer weiten, prächtigen Matte, in deren Mitte das einsame Bergdörfchen „Göschener-Alp" (Fig. 9) liegt, umrahmt von Gletschern und zackigen Bergspitzen, ein Bild friedlichstiller Bergeinsamkeit in grofsartig schöner Umgebung. Der aus wenigen Häusern und einer kleinen Kapelle bestehende Ort hat nur ca. 50 Einwohner. Neun Monate dauert hier der Winter und neun Wochen lang kommt die Sonne hinter dem „Nüne-Stock" und dem „Mittags-Stock", die hier als Sonnenuhren die Zeitrechnung regeln, gar nicht hervor. Alles Holz zum Feuern mufs von den tiefer gelegenen Hängen heraufgetragen werden. Brot wird im Dorfe nicht gebacken. Die Zimmer sind niedrig, die Fenster sehr klein, um die kostbare Wärme möglichst lange zu halten. Kartoffeln, Polenta und an der Luft getrocknetes Ziegenfleisch sind aufser der Milch und dem Käse die Haupt-Nahrungsmittel. Hühner gibt es im Dorfe nicht. Der Kaplan, ein würdiger Greis, führt seine Junggesellenwirtschaft ohne jede weibliche Beihülfe ganz allein; sein einfaches Zimmer schmücken einige Topfpflanzen, ausgestopfte Vögel und drei



Fig. 3. **Lucendro-See und Gletscher.**



Fig. 5. **Oberalp-See und Hotel.**

Gewehre. In früheren Jahren und noch während des Tunnelbaues durfte er allein wirten. Jetzt liegt ca. 1 km oberhalb des kleinen Ortes ein modern ausgestattetes Gasthaus (Fig. 10) zwischen Gletschern, Firnfeldern und blumigen Matten auf einer der schönsten Alpen.

Der östliche Teil des Gotthard-Gebirges ist weniger vergletschert als der westliche, aber stärker verwittert und wild zerrissener als dieser. Sein höchster Berggipfel ist der Pizzo Centrale (3005 m), wohl der bekannteste der Gotthard-Berge, auf dessen kegelförmiger Spitze ein grofsartiges Hochgebirgs-Panorama nach allen Seiten frei sich entfaltet, da in seiner Nähe kein anderer Berg von gröfserer oder gleicher Höhe ihm vorgelagert ist. Vom Gotthard-Hotel erreicht man ihn auf gefahrlosem Wege in 3—4 Stunden, und nur wenige mit gleich geringer Mühe besteigbare Spitzen der Hochalpen gewähren eine ähnlich lohnende und umfassende Rundsicht, denn er trägt seinen Namen „Centrale“ mit vollem Rechte, und wahrhaft grofsartig ist die Rundsicht namentlich gegen das Finsteraarhorn und die Galenstock-Gruppe zu.

Am Fufse des Pizzo Centrale, nach Südwesten zu, liegt, eingeschlossen von hohen, nackten Felswänden, im einsamen Val Torta, der stille, klare Sella-See, ein Bild traumhaft verlorener Hochgebirgs-Ruhe. Nur selten von Hirten oder Jägern besucht, herrscht feierliche Stille in seiner Umgebung. Tief unter ihm führt der Gotthardtunnel durch das Herz des Gebirges, aber kein Ton der rasselnd dahin eilenden Exprefszüge dringt hie in jene Höhen hinauf. Das kristallklare Bächlein, welches dem See entströmt, vereinigt sich wenige Kilometer unterhalb mit dem Ausflusse der südlich vom Pafsübergange gelegenen Gotthard-Seen bei einer kleinen Talerweiterung, etwas oberhalb der Stelle, an welcher der Suwarow-Stein an die blutigen Kämpfe der Russen mit den Franzosen im Herbste des Jahres 1799 erinnert, denen auch das hohe Felsenkreuz an der Teufelsbrücke gewidmet ist. Die in den Seen vom Sande gereinigten, krystallklaren Bergwasser stürzen vereinigt in zahllosen Strudeln, Kaskaden und Wasserfällen durch die Schlucht der Tremula, das Tal des „Zitterns“, dem Süden zu, um nahezu 1000 m tiefer mit dem aus dem Bedretto-Tale kommenden, in einem hochgelegenen Alpensee am Nufenen-Passe entspringenden Tessin sich zum Hauptflusse des Tessin-Tales zu vereinigen.

Am Ausgange der Tremula-Schlucht öffnet sich ein herrlicher Blick auf das am Südabhange des Gotthard gelegene Airolo (Fig. 11), das erste Dorf italienischer Zunge und Bauart. Welch ein Unterschied



Fig. 6. Andermatt mit Blick auf Hospental und die Furka.

gegenüber der Nordseite des Berges und dem von dunklen Felsmassen eng eingeschlossenen Göschenen. Eine Fülle von Licht und Sonnenglanz durchflutet das weite prächtige Tal mit seinen saftigen Alpenweiden und grünen Matten. Eine geradezu üppige Vegetation zeigen die Gärten der Hotels, so daſs man sich viel weiter nach Süden versetzt und von rein italienischer Luft umweht glauben möchte. Das Klima Airolos ist während der guten Jahreszeit ungemein anregend und erfrischend, seine Lage prächtig und zu Ausflügen nach allen Richtungen günstig. Hier mündet das interessanteste aller Quer- und Seitentäler des Gotthard-Gebietes, das Val Bedretto. Sieben Ortschaften liegen in ihm, in Abständen von nur einigen Kilometern von einander entfernt. Keines dieser Dörfer ist von Lawinen verschont geblieben, und in keinem der bewohnten Alpentäler fallen gewaltigere und gefährlichere Lawinen als im Bedretto-Tale, so benannt nach dem Hauptorte Bedretto, der mehrfach teilweise zerstört und verschüttet wurde. Im Jahre 1863 wurde das halbe Dorf von einer Lawine fortgerissen, wobei 33 Personen ihr Leben einbüſsten. Streng und furchtbar ist hier der Winter, und von den gewaltigen Schneemassen, die wochenlang jeden Verkehr mit Nachbar-Dörfern unmöglich machen, kann man sich bei einem Besuche im Sommer keine Vorstellung machen. Während des Tunnelbaues waren wir auch im Winter einige Male dort. Bedretto hat nur ein „Hotel“ und dieses nur ein Bett zum Übernachten für Besucher. Der barfüſsig einherschreitende Wirt, die dunkeläugige Wirtin und ihr rotbäckiger Junge mit seinen nackten, kräftigen Beinen waren Bilder von Gesundheit und Lebensfrische. Ihre Suppe, die sie gemeinsam aus einer groſsen hölzernen Schüssel aſsen, während ich bei einem Glase Wein ihnen zuschaute, schmeckte offenbar vortrefflich. Dabei schien die Sonne hell und warm durch die offenen Fenster, das ganze ein Bild behaglichen Stillebens im Hochsommer, im wunderbaren Gegensatze zur Wildheit des dortigen Winters.

Wenige Kilometer oberhalb des Dorfes Bedretto hört das Kulturland auf; bis dahin gedeiht noch Korn an sonnigen Hängen, kräftiger im unteren, spärlicher und niedriger im oberen Teile des Tales. Dann beginnt das Hochtal mit seinen grünen Matten und prächtigen Alpenweiden, umrahmt von dunklen Tannen, über denen hoch hinauf die steilen Felswände mit ihren Firn- und Eisfeldern und vielgestaltigen, zackigen Spitzen emporragen. Der Weg führt durch einen schönen Wald von Lärchen und Wettertannen immer am schäumenden Tessin entlang steiler hinauf zum Ospizio all' Acqua, einem Gasthause mit



Fig. 7. **Schöllenen-Schlucht.**



Fig. 8. **Sprengi - Brücke in der Schöllenen - Schlucht.**

kleiner Kapelle, am Fufse des Pizzo Rotondo und an der Vereinigung des aus dem Wallis kommenden Nufenen-Überganges mit dem Wege über den Giacomo-Pafs, der in das Tal der Toce mit dem grandiosen Wasserfalle, „Cascata della Toce", führt. Als ich das letzte Mal das Ospizio all' Acqua besuchte, traf ich als Gäste dort einen Bergsteiger aus Luzern, der zu seinem Vergnügen allein in den Gletschern herumkletterte, einen Engländer, der in 24 Stunden von London nach Airolo gefahren war, um 8 Tage lang im oberen Bedretto-



Fig. 9. Göschenen-Alp und Dorf.

Tale Käfer und Schmetterlinge zu sammeln und dann auf gleiche Weise nach England zurückzureisen, sowie als dritten im Bunde einen jungen Araber, der ganz interessant zu erzählen wufste. Füge ich noch den poetischen Ergufs der Offiziere eines praktischen Kursus der Gotthardhefestigungen bei, der nach dem Fremdenbuche lautet: „Ansichtskarten gibts hier keine, aber gute reine Weine!", so dürfte dies zu einer leidlichen Charakteristik des Ospizio all' Acqua hinreichend sein, sowie auch seiner Besucher, von denen ich niemals vernommen habe, dafs einer derselben unbefriedigt von dannen gezogen ist.

Ein Vergleich des Bedretto-Tales mit dem Göschener-Alp-Tale, welches in gleicher Höhenlage parallel mit ihm verläuft, ist in mehr-



Fig. 10. Göschenen - Alp und Hotel



Fig. 11. Airolo

facher Hinsicht interessant. Das erstere ist weit stärker bevölkert als das letztere, und trotz seines überaus strengen Winters werden Korn, Kartoffeln und andere Feldfrüchte bis hoch hinauf in ihm zur Reife gebracht, denn Licht- und Sonnenwärme üben hier im Sommer in ganz anderem Grade ihre belebende und fruchttreibende Wirkung aus als in dem steilen und steinigen Göschener - Reufs - Tale. Beide Täler verhalten sich ganz ähnlich wie die Orte Airolo und Göschenen mit ihren in Sitten und Lebensgewohnheiten durchaus ver-



Fig. 12. **Stalvedro - Schlucht.**

schiedenen Bewohnern. Wuchs, Farbe, Gesichtsausdruck, Haltung, Temperament, Beschäftigung, Vergnügen etc. der Menschen ändern sich, wie die Bauart ihrer Wohnungen ganz unvermittelt beim Übergange aus dem düstern Reufs-Tale im Norden des Gotthard in das helle und weite Tal des Tessin in seinem Süden. Die Urner sind schwerfällig in ihren Bewegungen, schwer zum Zorne gereizt, offen und freimütig blicken sie aus ihren blauen Augen, meist mit einem gutmütigen Lächeln auf den rotwangigen Gesichtern; die Tessiner sind leicht beweglich und ebenso leicht erregbar, bei der geringsten Veranlassung auffahrend, mit zornigen Blicken aus ihren dunklen Augen und mit wütenden Geberden ihre heftigen Ausrufe begleitend, aber ebenso rasch auch wieder besänftigt, leichten Sinnes, intelligent und von

rascher Auffassung, der sie mit beredten Worten Ausdruck zu geben verstehen. Im Norden des Gotthard die hübschen und anheimelnden Holzbauten, die „Schweizerhäuschen"; auf der Südseite hingegen Steinbauten von nüchternem Aussehen. Aber in der inneren Ausschmückung der einfachsten Räumlichkeiten, oft mit den primitivsten Mitteln, zeigt sich der künstlerische Sinn des italienischen Nationalcharakters. Graziös sind die Bewegungen der Frauen und Mädchen, wenn sie mit ihren leichten Holzpantoffeln, den „Soccoli", anmutig einherschreiten, malerisch und nicht selten etwas theatralisch die Haltung und Tracht der Männer. Eine natürliche „Gentilezza" des Volkes im Verein mit dem sonnig-heiteren Klima und der herrlichen Luft üben auf den Nordländer einen eigenen Reiz, der am Gotthard um so deutlicher hervortritt, als der Übergang vom nordischen Klima und Nationalcharakter zur südlichen Landschaft und Bevölkerung so rasch und unvermittelt sich vollzieht.

Viele Wanderer sind über den Gotthard gezogen, von den sagenhaften Longobarden, deren Signaltürme zum Teil noch als Ruinen, wie bei Hospental und bei Airolo oberhalb der Stalvedro-Schlucht, (Fig. 12) erhalten sind, bis zu den Maultiertreibern und Karrenführern vergangener Jahrhunderte auf dem alten Saumpfade, und weiter bis zu den modernen Liebesleuten, die ihr junges Eheglück so hoffnungsfreudig nach dem sonnigen Süden führen. Sie haben es jetzt bequemer als ehedem. Am 31. Dezember 1881 führte Alois Zgraggen, dessen lebenswahres Bildnis das Speisezimmer des „Röseli" in Göschenen ziert, als Kondukteur die letzte Gotthard-Post im Schlitten über den Berg. Seitdem ist es stiller dort oben geworden. Dem Bergwanderer aber, der bewufst zu reisen versteht, wurde der Gotthard seit Eröffnung der Eisenbahn nur um so lieber, denn sie ermöglicht ihm, sein engeres und weiteres Gebiet bis zu der schönsten Waldlandschaft unterhalb Wassen und der grofsartigen Dazio-Schlucht oberhalb Faido und hinauf im Maderaner-Tal mit dem Hüfi-Gletscher und in das Val Piora mit der schönsten Alp, auf der mehrere hundert Kühe weiden, dem idyllischen Ritom-See und den vielen anderen stillen Alpen-Seen mit geringerer Mühe in gröfserer Vollständigkeit zu geniessen.



Im Reiche des Äolus.

Von Dr. **Alexander Rumpelt**-Taormina.

(Schlufs.)

Am nächsten Morgen stieg ich mit dem Palmenfreund und Kaninchenjäger zum Stromboli empor. Ein kleiner Junge schleppte den Proviantkorb. Erstaunlich, wie er ohne Schuhwerk stundenlang über die harte, oft spitzige Lava balanzierte, und wie er ohne Kopfbedeckung den ganzen Tag die Sonne vertrug. Wir hatten schönes Wetter bekommen; der Nordwest, der gestern noch Sturm und Regen gebracht, war in reinen Nord: Tramontana maistrale, den „Meisterwind" umgesprungen. So erschien die gestern unsichtbare Küste von Calabrien wenigstens zum Teil: das Kap Vaticano mit der Halbinsel von Monteleone, daneben aus einer langen Wolkenschicht herausragend die Sila und die Schneepyramide des Monte Pollino (2200 m), nördlich von Cosenza. Wir kamen an dem mitten in Weinbergen liegenden Friedhof vorbei. Nur Gestrüpp hegt ihn ein. Die langen, weifs getünchten Sarkophage, einige mit buntgemusterten Kacheln belegt, gaben ihm etwas Orientalisches. Am Wege blühten wilde Lupinen, blaue und auch die hier seltenere gelbe, verschiedene Chrysantemen, Cistus, Asphodolos und Ginster. Durch ganze Gebüsche von dünnem Rohr (Cannizzole), das mit der starken Canna zusammen geflochten hier vielfach zur Herstellung von Zäunen dient, gelangten wir nach anderthalb Stunden zur oberen Grenze der Weinberge und ruhten auf einem grofsen Lavablock aus, den der Vulkan vor fünfzehn Jahren bis hierher geschleudert hatte.

Ich wunderte mich, dafs der Wein hier nicht in Stöcken, sondern an Schilfrohrgestänge etwa einen halben Meter über der Erde gezogen wurde. Das ist mühsam und teuer; denn die Rohre kommen aus Sizilien, je hundert Stück zu drei Lire. Gsell-Fels sagt, dafs „das Gitterwerk zum Schutz der Reben vor der durch die Sonnenglut allzuwarmen Asche" angebracht wird. Don Antonio wollte davon nichts wissen: „Costume del paese."

Ebensowenig wufste er Auskunft zu geben über den Strombolichio, den letzten überseeischen Rest eines Nebenkegels des Stromboli. Nun war mir schon am Abend vorher ein sonderbarer Felsen, etwa $1\frac{1}{2}$ Kilometer draufsen vor der Reede von San Vincenzo, aufgefallen und dabei die Stelle im Homer von dem versteinerten Schiff in den Sinn gekommen, das sich bei einiger Phantasie aus dieser merkwürdigen Gesteinsbildung mitten im Meer konstruieren liefs. „Wie heifst die Klippe da draufsen, Don Antonio?“ „Die hat gar keinen Namen. La Pietra. (Der Felsen.)“ Es war aber doch der Strombolichio, wie ich nach der Karte feststellte. Wie später noch mehrfach, fand ich, dafs die Einwohner sich um die geographischen Bezeichnungen der Gelehrten durchaus nicht kümmern, sondern ihre eigene Nomenklatur haben. Wunderbarer Gedanke, dafs da ganz nahe dem Urkrater ein Stück eines Nebenkegels herausragt aus den Fluten, die ihn — er ist 55 m hoch — noch nicht in die Tiefe zu reifsen vermochten, und dafs diese kleine Klippe die allein sichtbare Spitze eines etwa 2300 m hohen Berges ist — diese Meerestiefe haben die Messungen in nicht allzu grofser Ferne festgestellt. Einen ähnlichen Eindruck hätten wir auch vom Ätna, wenn er bis zu 2400 m vom Meer bedeckt wäre. Dann würde blofs sein Haupt 900 m hoch, wie jetzt der Stromboli aus der Flut aufragen und nicht weit davon als kleine Insel die gewaltige Montagnola mit ihren ca. 2500 m, nicht viel höher und nicht viel anders als hier der Strombolichio.

Welch seltsame Landschaften, welche Geheimnisse des Tier- und Pflanzenlebens verhüllt auf ewig unserem Auge diese ungeheure Wassermasse!

Aber das sind Phantasien. Tauchen wir aus den grabesdunklen Meerestiefen wieder zum fröhlichen Licht der Sonne auf!

Bei 500 m Höhe verlor sich mit den letzten Zwergweiden jeder Pflanzenwuchs, und ziemlich mühsam kletterten wir durch Asche und über scharfgezackte Lava am Rand einer tiefen Schlucht aufwärts, bis wir den filo die zolfo (filo = senkrechte Wand), den „Schwefelfelsen“ vor uns hatten. Überraschendes Bild: aus etwa fünfzig oder mehr Öffnungen eines Steilhanges wirbelte dichter, weifser Qualm in zierlichen Säulen empor, die sich oben mit einem stärkeren Rauch zusammendrehten, der hinter dem filo heraufkam und den oberen Teil des Berges beständig verhüllte. Da auf einmal stieg eine schwarzbraune Rauchsäule über dem weifsen Dampf auf, zerteilte sich oben wie ein Springbrunnen und sank zurück. Dieses Schauspiel begleitete zuerst lautes

Krachen, dann fernes Rauschen. Der schmutzig braune Qualm verzog sich, und wieder dampfte es ruhig, gleichmäfsig, sauber aus den fünfzig Löchern und Spalten, als wäre nichts geschehen[1]).

Eine halbe Stunde später hatten wir den Kamm (die Liscione) erreicht. Da der Nordwind hier in 800 m Höhe recht kräftig blies, hiefs es, neben dem Grat hin sehr vorsichtig treten. Der Grat selbst, nur zwei Zentimeter breit, war höchstens für Seiltänzer gangbar. Die Asche war hart, wie zusammengefroren, und schrägte sich nach beiden Seiten in steilen Senkungen ab. Der scharfe Wind hatte sie dachartig zusammengetrieben, dabei wie eine Düne wellig geformt. Aber nur eine Strecke von etwa 100 Schritten war etwas gefährlich zu passieren, da rechts und links in geringer Tiefe senkrecht abfallende Felsen drohten. Dann bot das Gefühl einige Sicherheit, dafs wenigstens auf der Südseite die Böschung alsbald in eine kleine Hochfläche — „das verrufene Tal" — überging.

Vom Grat sieht man bereits die beiden Gipfel, den Cima dello Stromboli (918 m), unter dem wir südlich ausbogen, und jenseits des verrufenen Tales die Serra Vancori, eine herrlich wilde Felswand mit der Cima delle croci[2]) (926 m) als höchster Erhebung. Altes Mauerwerk auf der Serra Vancori rührte, wie mein Führer berichtete, von einer grofsen Schiefsübung her, die die italienische Marine vor zehn Jahren hier gehalten. „Da hatten die Franzosen, ich weifs nicht wo, ein Seefort gebaut 900 m ü. M. Natürlich wollten unsere Admiräle wissen, ob und wie sie das eventuell am besten beschiefsen könnten, und so postierten sich die Panzerschiffe drüben nach Sonnenaufgang zu, eine Anzahl Torpedos zur Beobachtung auf der anderen Seite. Das Häuschen drüben war ihre Scheibe. Ob sie's einmal getroffen haben, weifs ich nicht. Aber die Kugeln flogen ganz gemütlich über den Stromboli hinweg und auf der anderen Seite ins Meer."

Auf dem filo della fossa rasteten wir. Auch diese von meinem Führer gebrauchte Bezeichnung fehlt auf den Karten. Der Punkt entspricht ungefähr dem Beobachtungsplatz: 845 auf Bergeats topographischer Skizze. Wir befanden uns hier ca. 150 m über der sogenannten Kraterterrasse, auf welcher zurzeit drei Krater noch zu unterscheiden sind, ein vierter westlicher ist (nach meines Führers

[1]) Dies die erste, von mir nur aus der Ferne wahrgenommene Eruption 9 h 35 m.

[2]) Nach der Karte; nach Don Antonios Angabe „Filo della portella".

Behauptung) nicht mehr vorhanden, entweder in sich zusammengebrochen oder ins Meer abgestürzt; nur schwache Fumarolen bezeichnen die Stelle, wo nach Bergeat im Oktober 1894 eine prachtvolle Eruption stattfand (a. a. O. S. 35).

$10^h\ 35^m$ erfolgte hier der erste deutlich beobachtete Ausbruch des uns zunächst liegenden Kraters (bei Bergeat No. II) — ein furchtbares, aber unsagbar schönes Erlebnis. Ein Rasseln und Krachen erscholl, als ob hundert Schränke durcheinander gerückt würden oder als ob ein grofses Haus einfiele, zugleich stieg eine dicke, braune Rauchsäule etwa zweihundert Meter auf und bog sich oben wie eine Palmenkrone auseinander. Inmitten des dicken Qualms flogen mit unheimlicher Gewalt schwarze Schlacken und rotglühende Steine in Menge empor und sanken zum Teil in die Öffnung zurück, zum Teil fielen sie aufserhalb auf die Sciarra nieder, eine bis zum Meer im Winkel von 35° sich senkende Geröllhalde. Dann verzog sich der Rauch zum Gipfel, der darin mit seinen scharfen Zacken und mächtigen Geschieben ganz gespensterhaft erschien und, obwohl nur um hundert Meter unseren Standpunkt überragend, zehnfach höher als in Wirklichkeit, — wie ein Riese der Schweizer Alpen. Noch lange, nachdem der Krater sich beruhigt hatte, sah man die Steine, welche auf die Sciarra gefallen waren, lawinenartig zum Meer hinunter rollen und springen und hörte das Surren und Poltern, das ihre tolle Fahrt begleitete. Dieses ganze Schauspiel wiederholte sich nun, bald stärker, bald schwächer, in ziemlich unregelmäfsigen Zwischenräumen. Besonders eindrucksvoll waren die Paroxismen von $11^h\ 15^m$, wo die Rauchwolke bis zu 250 m über den Kraterrand aufstieg, also hundert Meter über unseren Standpunkt. Wir sahen die Steine mit einem flirrenden Ton etwa sechzig Meter von uns niederfallen, der Grund, weshalb Don Antonio trotz meiner Bitten nicht weiter nach der Terrasse zu hinabsteigen wollte. Doch nahmen wir, auf dem Grat ein Stück abwärtsgehend, alsbald einen noch günstigeren Beobachtungspunkt ein, dicht unter dem Torreone, einem grotesken Lavaturm. Hier hielten wir beinahe zwei Stunden trotz des eisigkalten Nordwinds aus, der nach jedem Ausbruch uns einen kleinen Aschenregen auf die Mütze blies. In den Pausen betrachtete ich nicht ohne Schauder die wüste Schlackenwildnis um mich her, deren Starre nur in der Senkung unterhalb der Cima, nach dem filo del zolfo hin, eine Menge kleiner reizender Fumarolen belebten. Mit ihnen trieb der Wind ein wunderliches Spiel: er wirbelte die zierlichen, blendendweifsen Rauchsäulchen an derselben Stelle minutenlang herum. Etwa

alle halbe Stunden krachte es dazwischen in der Ferne, wie Böllerschiefsen bei einem Kirchenfest. Das rührte von dem östlichen Krater, dem sogenannten antico (No. IV bei Bergeat) her. No. III, der sich vor einem Monat noch in lebhafter Tätigkeit befand, schwieg heute. Von den in der Anmerkung[3]) notierten Ausbrüchen habe ich die von $10^h 35^m$ bis $12^h 43^m$ selbst gesehen, die übrigen nur gehört. Ein Teil der letzteren, wenn auch nur ein ganz geringer, dürfte deshalb vielleicht No. IV zuzuschreiben sein.

Liefsen die unterirdischen Gewalten einmal allzulange auf sich warten, so ermunterte sie Don Antonio mit lautem Zuruf: „Avanti, lavoratori dell' inferno! (Vorwärts, ihr Arbeiter der Hölle)", oder erzählte mir von früheren Besteigungen:

„Ich war noch ein Junge, da kam mitten im Winter ein Engländer auf die Insel, der wollte trotz scheufslichen Wetters durchaus hinauf auf den Stromboli, noch dazu nachts. Da er mit seinen Lire sterline nicht knauserte, so fanden sich einige Leute bereit, ihn zu begleiten. Mit zwei Führern ging's bei Laternenlicht des Abends hinan. Vier Träger, darunter ich, schleppten ihm einen halben Kleiderschrank an warmen Gewändern aller Art, unendlichen Proviant, auch eine kleine Apotheke mit Verbandzeug nach. Damals hatte die Kraterterrasse eine ganz andere Gestalt als heute, wie sie denn auch jetzt noch sich beständig verändert. Aber es war doch eine Tollkühnheit, dafs der Engländer — trotz unserer Warnung — bis zum Rand des damals besonders tätigen Kraters ging, sich auf den Bauch legte und nun mit übergehängtem Kopf in den feurigen Schlund hinabstarrte. Kam dann die Explosion, so kroch er allemal ein wenig zurück. Aber dann gleich wieder vor und hinuntergestarrt! Wir standen etwa zwanzig Schritt hinter ihm. Er hatte uns alsbald nach unserer Ankunft in die mitgebrachten Wollsachen gesteckt, Mäntel, Tücher und Plaide. Und alle halbe Stunde kam er einmal zu uns, verteilte Roastbeef, Brot und Schokolade und schenkte jedem ein Gläschen Cognac ein. Zuweilen machte er auch Freiübungen mit dem Bergstock gegen die barbarische Kälte, und wir mit ihm. Aber um drei Uhr morgens waren wir alle schon wieder auf dem Rückzug. Ein Wunder, dafs keiner von uns, vor allem der tolle Engländer nicht eine von den glühenden Bomben an den Schädel bekommen hat, die überall neben uns niedersausten."

[3]) Eruptionen: $9^h 35^m$, 55^m; 10^h, 10^m, 15^m, 30^m, 35^m; $11^h 11^m$, 15^m, 25^m, 35^m, 46^m, 55^m; $12^h 1^m$, 9^m, 13^m, 14^m, 42^m, 43^m, 56^m; $1^h 3^m$, 12^m, 23^m, 31^m, 45^m, 57^m; $2^h 1^m$, 16^m, 21^m, 32^m, 34^m, 45^m, 47^m, 49^m.

Allerdings soll der Anblick der Eruptionen bei Nacht weit interessanter sein. Solche Partien werden jetzt noch unternommen, aber lieber in der warmen Jahreszeit. Man steigt dann etwa um zwei Uhr nachmittags auf, bleibt bis neun Uhr und kehrt gegen Mitternacht zurück, so dafs man den Ausbruch bei Tage und auch in der Dunkelheit geniefst, wo der Feuerschein sowohl des breit aufschiefsenden Glutstrahles, als auch der die Luft durchschneidenden und zum Meer hinabspringenden Bomben aufserordentlich grofsartig wirken mufs.

Nachdem ich mich sattgesehen, stiegen wir an den Abhängen des verrufenen Tales hinab nach dem westlichen Rand des alten Kraters (filo della sciarra), von wo man das ungeheure Trümmerfeld überblickt, auf welchem jährlich Millionen Tonnen Lava ins Meer hinabrollen.

Das, wie erwähnt, zwischen der Cima dello Stromboli und den Trachytwänden der Serra Vancori sich hinziehende „verrufene Tal“ ist nur 500 m lang und wird von dem Weg durchschnitten, der von San Vincenzo an der Nordostseite mitten über den Berg nach Ginostra an der Südwestküste führt. Eine andere Landverbindung gibt es infolge der schroffen Abstürze des Vulkans nach allen Seiten nicht. Aber sie wird nur selten benutzt, nicht nur des unbequemen Auf- und Abstiegs wegen (über 800 m), sondern auch, weil er entgegen der Ansicht Bergeats nicht ungefährlich ist. Denn während bei ruhiger See jedermann die Barke zu dieser Reise benutzt, ist man bei schlechtem Wetter zu diesem Übergang gezwungen, und gerade bei hohem atmosphärischen Druck ist die Tätigkeit des Vulkans heftiger als sonst, infolgedessen auch die Gefahr gröfser, von Bomben, die über den filo della fossa herüberfliegen, getroffen zu werden. Das ganze Tal ist von Auswürflingen der verschiedenen Krater angefüllt, darunter sind manche recht grofse von tiefschwarzem Glanze also jüngeren Datums, von den älteren, die grauschwarz und von Wind und Wetter verschliffen sind, leicht zu unterscheiden. Mein Führer z. B. hatte mir ganz in der Nähe unseres Beobachtungsplatzes einen Block von etwa zwanzig Zentnern gezeigt, den er bei seinem letzten Besuch nicht wahrgenommen. Er war 150 m über den Kraterrand empor in gewaltigem Bogen herausgeschleudert worden, so dafs leichtere Stücke sehr wohl über den filo della fossa bis ins Tal gelangen konnten. Deshalb pflanzt jeder, der die Portella di Ginostra (den Einschnitt des von Ginostra heraufkommenden Pfades) und den Talweg glücklich passiert hat, an der Porta delle croci, wo der Weg sich nach

San Vincenzo hinabsenkt, aus mitgebrachten Binsen ein Kreuz und steckt ee „per divozione“ in die Asche.

Von dem filo della sciarra stiegen wir dann nach dem ersten jener beiden Pafseinschnitte, der Portella di Ginoetra hinunter, lediglich der schönen Aussicht wegen. Hatte une in der Lavawüste bisher ale einziges Zeichen von Vegetation und auch nur recht spärlich der sizilianische Tragant begrüfst (den Don Antonio cavoletto, Kohl, nannte!), eo wirkte die Niederschau auf die frischgrüne Ebene von Ginostra zu unsern Füfsen jetzt recht wohltuend. Um die Kirche und die weifsen Häuschen herum lagerten anmutige Weingärten und ein kleiner Olivenhain. Auch die nächste Nähe war nicht eo düster, wie das soeben gesehene Stück „inferno“. Hier an der Südseite stieg der Ginster bis unter die Felsen der Serra Vancori empor, also beinahe 400 m höher, als auf der Nordseite. Entzückend aber war der Blick aufs Meer, auf sämtliche Ineeln, grofee wie kleine, vom nahen Panaria, schwarzblau, bis zum fernen Alicudi, in zarteetem Grau aus dem Meer aufragend, das, wenn ich die leiee, leiee Kräuselung dee fast unbewegten Spiegels mit etwae Landläufigem vergleichen darf, sich wie eine riesige Decke von hellblauem Moirée auespannte.

Den Rückweg nahmen wir zunächet durch das verrufene Tal. Und während wir, zur rechten die eieben roten Basalttürme der Serra Vancori, zur linken dae vom Kraterrauch umwallte Horn der Cima, dahinschritten, hatte ich wirklich den Eindruck der Unterwelt. Nur einmal flatterte ein Distelfalter vorüber und ein einsames gelbee Rotschwänzchen (Codarossa) flog von einem Basaltblock zum anderen, sonst keine Spur von Leben. Aber die tote Asche unterbrachen die mannigfaltigen Farben des Eruptionsgesteins, ich unterschied neben schwarzen und grauen gelbe, braune, rote, rosa Laven. Tausende von grofsen und kleinen Bomben lagen umher (darunter ein wüeter Trumm von wenigstene zweihundert Zentnern), in der Asche blinkten unzählige kleine Krietalle, eecheseitige, grauschwarze Säulchen, bie $1^1/_2$ cm lang, manche auch kreuzförmig ineinander gewachsen: Augitnadeln.

Wir sammelten eine ganze Menge davon zum Andenken, eteckten dann an der Portella delle croci jeder unser Kreuz, das wir aus den da herumliegenden Binsen verfertigten, in die Erde und stiegen oder sprangen und glitten vielmehr in der steilen Aschenhalde der Rinella grande (auf der Karte: La Schicciola) hinab.

Eine halbetündige Rast an der oberen Grenze der bebauten Zone gewährte einen wundervollen Blick auf Calabrien, das jetzt völlig

wolkenfrei vom Monte Montea (hei Belvedere) bie zum Aepromonte sich vor uns auedehnte. Einzelne Städte wie Monteleone, Tropea, Pizzo waren trotz der grofeen Entfernung (60—80 km) ale weifse Flecken zu erkennen. In der Höhe über 1400 m lag noch reichlicher Schnee.

Die endgültige Rückkebr verzögerte eich noch ein wenig, da Don Antonio auch hier, wie beim Aufstieg eämtliche Weingärten, durch die wir kamen, in näheren Augenechein nahm, um eich zu überzeugen, ob eie durch den Hagel, der vor einigen Tagen hier niedergegangen, gelitten hätten. Mit grofser Befriedigung teilte er mir mit, dafs nur in den unteren Lagen, die echon Frucht angesetzt hätten, alles „verbrannt“ sei, während er in seinen Pflanzungen weiter oben wenig Schaden zu beklagen habe.

Wir langten noch früh genug in der Casa Renda an, dafe ich auf der Terrasee bei einer Flasche Wein von den Strapazen diesee Tages aueruhen konnte, mitunter zu dem unheimlichen Berg, den ich heute genommen, emporschauend, froh, das langjährige Ziel meiner Wünsche erreicht zu haben, öfter aber noch das trunkene Auge aufe Meer richtend, das wenige Schritte von mir gegen den schwarzen Aschenstrand anrauechte. Dampfer tauchten auf und verschwanden wieder, grofse Segler wiegten eich unweit auf der blauen Flut. Allee war eo klar, eo blendend, eo festlich! Noch in epäter Dämmerung schimmerte durch zwanzig Meilen Luftlinie der Silbermantel des Monte Pollino herüber.

* * *

Den nächeten Vormittag henutzte ich zu einem Spaziergang auf der Uferebene durch die Dörfer San Vincenzo und San Bartolo nach dem Leuchtturm. Bebaglich liegen die weifegetünchten, plattdächigen Häueer mit ihren Terraseen und Laubengängen inmitten der wohlgepflegten Weingärten. Hinter San Bartolo etürzt die Lava in grofeartigen Flüssen, von gewaltigen Gängen durcheetzt, zum Meer. Einsam ragt der Leuchtturm ale letzte menschliche Siedlung über der Punta Labronzo auf. Nur wenige hundert Sobritt noch, dann verbieten die steilen Feleen des Filo della Sciarra ein weiteree Vordringen. Alle zehn Minuten durchechnittlich unterbricht die grofee Stille das Krachen des hier ziemlich nahen Kratere und wird die klare Luft getrübt durch den hinter den Felsen aufqualmenden Rauch und die Staubwolken, die die niederrollenden Bomben in der Sciarra emporwirbeln.

Zum Abschiedemahl bedauerte Don Antonio, mir keine Wachteln

auftischen zu können, da sie sich — jedenfalls infolge der kalten Witterung — noch nicht eingestellt hätten.

„In Lipari hat man mir erzählt, dafs die Mädchen Stromholis auf den Felsen am Meer sitzen und so liehlich singen, mit so schmelzender Stimme, dafs sie die Wachteln immer näher und näher zu sich heran und endlich in ihre Netze locken. Können Sie mir nicht ein solches Lied sagen?"

„Dio ci libera! Was diese Liparesen nicht alles von uns wissen! Übrigens kümmere ich mich den Teufel um Weiber und Weiberkram. Freilich gehen sie auf die Wachteljagd, wie sie uns Männern auch die paar Kaninchen noch wegfangen. Aher Lieder singen sie nicht dazu, sondern locken die Wachteln mit einem Ruf, ich glaube: Kokoko. Wenn die Vögel dann ins Netz gegangen sind, springen diese falschen Weiher aus ihrem Versteck hervor und schlagen sie mit Stöcken tot. Sissignore!"

So grausam zerstörte Don Antonio die märchenhafte Illusion, die ich mir von diesen modernen Sirenen zurechtgelegt hatte.

Statt Wachteln setzte mir mein Wirt Soppressata, eine fein gewürzte, delikate Wurst und noch einmal wildes Kaninchen vor, diesmal in einer pikanten Kaperntunke. Als Nachtisch gab es amerikanische Erdnüsse und Apfelsinen, „wie ich sie gewifs auf ganz Lipari vergeblich suchen würde". In der Tat, sie zerflossen geradezu auf der Zunge. Mit stolzem Siegerblick entkorkte er — als letzten Trumpf — eine Flasche alten weifsen Stromboliweines.

„Basta, basta Don Antonio!" wehrte ich mit hocherhobener Rechten ab — mich packte die Angst vor der drohenden Rechnung — „die Ehre Strombolis ist gerettet!" Trotz dieser üppigen Bewirtung und obschon — was mich schon lange mit Sorge erfüllte — der Kaninchenjäger diesen Sommer gleich zwei Töchter auszusteuern hatte, fiel die Rechung glimpflich aus, und aufrichtiger als so manch anderem verschmitzten „caupo" des Südens schüttelte ich ihm zum Abschied die Hand.

Die „Corsica" brachte wieder mehrere „Amerikaner" zurück und nahm neue Auswanderer mit, darunter zwei Burschen von elf und fünfzehn Jahren aus Ginostra. Als wir — jetzt die Westküste der Insel umfahrend — des Dörfchens ansichtig wurden, tauschten die beiden Knaben mit ihren Angehörigen, die auf der Kirchenterrasse standen, durch Tücherwinken und Hutschwenken die letzten Grüfse.

Auch ich erhielt einen Abschiedssalut, aber anderer Art: noch zweimal sah ich von Bord aus den breiten Feuerstrahl hinter den

grauen Felsen aufsteigen und, laut donnernd brüllte der Berg seinem neuen Freunde zu: auf Wiedersehen!

Es dunkelte bereits, als ich nach fünfstündiger Seefahrt meinen Fufs in Lipari wieder aufs Land setzte, von Don Giovanni herzlich bewillkommt.

Zwar wäre noch mancherlei zu sehen gewesen: die heifsen schon im Altertum berühmten Bäder von S. Calogero und das bagno secco, gern hätte ich den Monte Sant' Angelo, den höchsten Gipfel von Lipari, und auch die fossa delle felci auf Salina bestiegen und dabei diese Insel von Rinella bis Malfa durchquert. Aber dringende Geschäfte riefen mich nach Hause zurück. So beschlofs ich, um einen letzten grofsen Eindruck mit fortzunehmen, nur noch den nahen Monte Guardia (369 m) zu besuchen.

Nach andertbalbstündigem mäfsigen Steigen von der Stadt Lipari südwestlich die Rebenhänge hinauf streckte ich mich bei Asphodelos und Cistusröschen ins Farnkraut und liefs meine Blicke noch einmal über diese ganz einzige Inselwelt schweifen.

Man hat sie alle hier beisammen und zwar in ihrer ganzen Gestalt, mit Ausnahme von Salina, deren Ostküste der höhere Monte Sant' Angelo verdeckt. Aber man sieht wenigstens das freundliche Rinella aus dem Tal zwischen den beiden Hauptgipfeln herauslugen. Merkwürdig klar leuchten die Häuser des fernen Filicudi herüber. Die eine Hälfte des Horizontes schliefst — unendlich weit — das strahlende Meer mit dem Himmel beinahe in eins verschwimmend, die andere Hälfte nimmt Calabrien von den Bergen bei Belvedere bis zur Meerenge von Messina, von da Sizilien vom Kap Peloro bis zu den Madoniden, ja bis zum Kap Gallo bei Palermo ein. Also ein gewaltiges Stück Erde überschaut man von diesem so niedrigen Aussichtspunkt — bis zum Kap Gallo sind es nicht weniger als 20, bis Belvedere sogar 25 geographische Meilen. Die Scirokkowolken hingen nur noch im Süden, 800—1300 m hoch.

Wie freute es mich daher, endlich auch den Ätna in seiner ganzen Pracht zu begrüfsen! Er trug noch bis etwa 1600 m herab seinen Osterschnee. Energisch hob sich die Montagnola vom Hauptgipfel ab. Breit und scharf gegliedert baute sich das Massiv über dem niederen Gewölk auf, wie ein ganzes Gebirge.

Aber so wundervoll das Panorama weithin über Meer und Land, es wird beherrscht durch ein anderes Objekt: die ganz nahe gen Süden vorliegende Insel Vulcano, in deren sämtliche Krater man von hier hineinsieht. In der alten Fossa, die vor acht Tagen so leblos

zu meinen Füfsen lag, erspähte ich mit freiem Auge mehrere grofse Fumarolen, die sich also seitdem neu geöffnet hatten. Zugleich frischten sich die Eindrücke meines ersten Reisetages auf: der seitlich eingebrochene Nebenkrater, wo die Schwefelminen des Herrn Toscano dampften, sein freundliches Laudhaus, die Feigenplantage, die Badebucht und die drei niedlichen Miniaturkrater des Vulcanello. Höchst eigenartig nimmt sich von hier, überall jäh zum Meer abstürzend, die breite Lavaplattform aus, auf der sich die Vulcanellokrater erheben, wie ein grofser, graubrauner Pfefferkuchenteig, rings mit dem Messer abgeschnitten.

Welch ein Gegensatz der grünen Hügel und Weinberge von San Salvatore direkt unter mir zu der furchtbaren Öde des gegenüberliegenden Eilandes! Aufser der Plantage des Herrn Toscano erscheinen nur die Hochflächen über den vier Kaps, der Besitz meines Freundes Don Giovanni, ein ganz klein wenig bebaut. Sonst alles da drüben von grausiger Wüstheit, Zerrissenheit, Starre, Melancholie. Besonders die vier Kaps, in denen der Monte Saraceno endet. Wie grofse versteinerte Ichthyosauren kriechen die knorrigen Klippen weit ins Meer hinaus. Wie etwas Uraltes, das gar nicht mehr auf unsere blühende und wachsende, frischlebendige Erde pafst, etwas, das seine Jugend hunderttausende von Jahren vor dem ersten Menschen hatte, das eigentlich längst gestorben ist — so ragt Vulcano noch aus dem Meer.

So endigten meine Gedanken, wo sie sich zu konzentrieren begonnen hatten, als ich eine Woche früher diesen Inseln genaht war, bei Vulcano. Stromboli ist grofsartiger, Salinas lieblicher, Lipari abwechselungsreicher, aber das originellste bleibt doch Vulcano, dieses vielzackige Riesengerippe aus Lava, begraben in der Asche.





Über die Wärmeabgabe von Radiumpräparaten.

Will man die Wärmeabgabe irgend eines Körpers messen, so kann man z. B. die Wassermengen bestimmen, die sich aus Eis durch Berührung mit dem Körper bildet. Man kennt nun die Wärmemenge, die dazu gehört um 1 Gramm Wasser von 0^0 aus Eis von 0^0 zu schmelzen, also auch die fragliche Wärmeabgabe. Falls dieselbe dauernd erfolgt, läfst sich die Bestimmung auch indirekt auf elektrischem Wege ausführen. Man bringt den Körper in einen Hohlraum und mifst die Temperatur des Raumes, wenn sich ein stationärer Zustand hergestellt hat. Dann setzt man an dieselbe Stelle eine Drahtspirale, durch die ein elektrischer Strom fliefst, und reguliert diesen, bis man dieselbe Temperatur erhält. Dann erzeugt der Strom dieselbe Wärmemenge in derselben Zeit. Aus dem Strom i und dem Widerstand w in der Spirale berechnet sich die Wärmemenge $i^2 \cdot w$ Kalorien. Beide skizzierten Methoden werden in neuster Zeit zur Bestimmung der Wärmeabgabe von Radiumpräparaten benutzt. Curie und Laborde untersuchten „radioaktives" Baryumchlorid, kurz Radiumchlorid ($RaCl_2$). Zwei Eisenblöcke wurden mit je einer Aushöhlung versehen. In die eine brachte man gewöhnliches Baryumchlorid in die andere radioaktives. Es zeigte sich, dafs dann zwischen beiden Hohlräumen eine konstante Temperaturdifferenz vorhanden war. Der Vergleich mit der elektrisch geheizten Spirale ergab für ein Gramm Radiumchlorid eine kontinuierliche Ausstrahlung von ca. 70 kleinen Kalorien pro Stunde. Nach Messungen von Runge und Precht und Frau Curie hat das Radium ein Atomgewicht von 258 bezw. 225, Chlor hat das Atomgewicht 35,5. In einem Gramm Radiumchlorid, sind also ca. 0,76 Gramm Radium enthalten. Folglich strahlt ein Gramm reines Radium ca. 100 Kalorien pro Stunde aus.

In der zuerst angedeuteten Art und Weise mafs Precht die Wärmeabgabe des Radiumbromids ($Ra\,Br_2$) und fand 61,15 Kalorien pro Stunde, was auf Radium umgerechnet 98,83 Kalorien pro Stunde ergeben würde. Eine Arbeit von ein Meterkilogramm entspricht nun einer Wärmemenge von 2,35 Grammkalorien. Da also ein Gramm

Radium ca. 27,4 Grammkalorien (pro Sekunde, denn die Arbeit wird auf die Sekunde bezogen) ausstrahlt, so würden 6,45 Kilogramm dieser Substanz dazu nötig sein, um ohne äufseres Zutun dauernd aus ihrem Vorrat an innerer Energie die einer Pferdestärke äquivalente Wärmemenge zu erzeugen. (Eine Pferdestärke = 75 mkg = 176 g Kalorien.) Leider kostet ein Milligramm Radium ungefähr 40 Mark. Es dürfte daher vorderband den üblichen Heizmaterialien noch keine Konkurrenz machen. Dr. M. v. P.



Über das Wesen der „Katalyse". Katalyse, d. h. Beschleunigung langsam verlaufender chemischer Prozesse durch gewisse Körper, ist ein Vorgang, der weitbekannt ist und im täglichen Leben im ausgedehntesten Mafse zur Anwendung gelangt. Von den vielen Beispielen sei nur eines herausgehoben: der Gasanzünder. Man läfst Gas über eine mit fein verteiltem Platin (schwarzer Platinmohr) versehene „Pille" streichen, und in kürzester Zeit sehen wir, wie die Pille erglüht und das Gas sich entzündet, d. h. wie es sich mit dem Sauerstoff der Luft unter Explosion vereinigt. Was tut hier der Platinmohr? Diese Frage drängt sich jedem auf. Für den Hauptvertreter der „Katalysatoren", das Platin ist die Frage durch die hervorragende Arbeit des Chemikers Lothar Wöhler „Über die Oxydierbarkeit des Platins" nunmehr beantwortet. (Berichte der Deutschen Chem. Ges. No. 13, 1903). Es bildet sich eine Platinsauerstoffverbindung, die sehr leicht reduzierbar ist, d. h. ihren Sauerstoff leicht abgibt. Solch frisch abgegebener Sauerstoff hat nun im Augenblick des Freiwerdens eine sehr grofse Oxydationskraft, daher also die heftige „katalytische" Wirkung. So einfach diese Antwort auch klingt, so schwierig war es, die darin enthaltene Behauptung aus dem Reich der Hypothesen ins Gebiet der erwiesenen Tatsachen zu erheben. Bis zur Veröffentlichung Wöhlers hielt man allgemein das Platin für das einzige unoxydierbare Metall (seine Unlöslichkeit in Säuren spricht dafür). Diese Ansicht widerlegte Wöhler durch folgenden originellen Versuch.

Sehr reiner Platinmohr wurde 6 Wochen lang in einer Sauerstoffatmosphäre von 109° bis 280° erhitzt. Es zeigte sich, dafs trotzdem bei jedesmaliger Temperatursteigerung etwas Wasser entwich (Wasser wird mit grofser Zähigkeit festgehalten), der Mohr stetig an Gewicht zunahm; und zwar betrug nach 6 Wochen die Änderung 2,3%. Ähnliche Resultate ergaben sich bei dem weniger fein verteilten Platinschwamm und sogar bei Platinfolie! Der Nachweis, dafs wirk-

lich Sauerstoff an dem Platin haftet, wurde zunächst qualitativ durch Bläuung von Jodkaliumstärke, empfindliches Reagens auf Oxydationsmittel, und dann durch das veränderte Verhalten der Salzsäure gegenüber geführt. Während nämlich frischer Platinmohr sich nur zu etwa $^1/_{200}$% in Salzsäure löste, nahm letztere von dem mit Sauerstoff behandelten 10—16% auf; es ist dies für die Metalloxyde charakteristisch. Die Untersuchung der Frage, welche quantitative Zusammensetzung die in Rede stehende Platinsauerstoffverbindung habe, d. h. mit wie vielen Sauerstoffatomen je ein Platinatom gekettet sei, gehörte wohl zu den schwierigsten analytisch-chemischen Arbeiten, die man sich vorstellen kann. Um einen Begriff davon zu geben, sei die Methode kurz an einem aus dem Beobachtungsmaterial frei herausgegriffenen Beispiel erläutert. In 0,3389 Gramm mit Sauerstoff behandelten Platinmohrs wurde der Gehalt an metallischem Platin zu 98,52% an Wasser zu 0,82%, an Kohlensäure zu 0,08% festgestellt für Sauerstoff bleiben also 0,56%. Jetzt wurden von demselben Mohr 1,5738 Gramm in Salzsäure zu lösen versucht, der gelöste Teil bestimmt (0,1035 Gramm) und ebenso wie oben der Sauerstoffgehalt des ungelösten Teiles prozentisch gefunden. Die Differenz der beiden Sauerstoffgehalte ergab die Sauerstoffmenge, die an das gelöste Platin gebunden war. Wöhler fand so aus 5 Versuchen ein Mittel, 7,36%, was einer Zusammensetzung von der Formel Pt O (Platinoxydul) entspricht. Man kann sich denken, mit welchem Geschick und welchen Vorsichtsmafsregeln alle Operationen, wie Filtrieren, Wägen etc. ausgeführt werden müssen, wenn es sich darum handelt, eine so geringe prozentische Menge Sauerstoff neben Platin, Wasser und Kohlensäure durch Differenzbestimmung noch genau nachzuweisen. Wenn auch der Laie keinen sehr präzisen Begriff davon hat und haben kann, so wird er doch eine ahnende Bewunderung für die „wissenschaftlich-künstlerischen“ Feinheiten einer derartigen Untersuchung empfinden, ganz abgesehen davon, dafs sie uns die experimentelle Erkenntnis eines bisher völlig unaufgeklärten Phänomens, der bereits erwähnten Katalyse bringt.

Dr. v. P.

Himmelserscheinungen. 

Übersicht über die Himmelserscheinungen für Juni, Juli, August und September 1904.[1])

1) **Der Sternenhimmel.** a) Am 15. Juni um 11 h, am 15. Juli um 9h ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont die folgende: Der grofse Löwe ist im Westen im Untergeben. Die Jungfrau mit dem Sterne 1. Gröfse Spica im Südwesten, das markante Sternbild des Skorpions mit dem roten Antares im Süden sind die interessanteren Teile des Tierkreises, denn was von da nach Osten folgt, sind nur der tiefstehende Schütze und der an glänzenden Sternen arme Steinbock. Zwischen Jungfrau und Skorpion die beiden Sterne der Wage. Darüber höher im Südsüdwesten Arcturus mit den andern hellen Sternen des grofsen Bootes und die Halbkreisform der nördlichen Krone um Gemma. Den Meridian nimmt vollkommen bis zum Zenit der Hercules ein, an den sich nach unten der Schlangenträger anschliefst. Weiter nach Osten steht das grofse Dreieck, gebildet aus den drei Sternen erster Gröfse Wega in der Leier rechts oben, Deneb im Schwan links und an der abwärts gekehrten Spitze Atair im Adler, symmetrisch von β und γ Aquilae eingeschlossen. Das grofse Rechteck des Pegasus liegt über dem Ostpunkt. Wendet man sich nach Norden, wo das Auge in konstanter Höhe den bekannten Polarstern erblickt, so steht rechts etwas tiefer als er das W der Cassiopea, links bedeutend höher der grofse Bär. Capella streift über dem Nordhorizont, rechts von ihr zeigt sich der Perseus mit der Spitze seines gleichschenkligen Dreiecks, Algol nach unten.

b) Am 15. August um 10 Uhr, am 15. September um 8 Uhr dagegen sind noch die Wage tief im Südwesten und links von ihr der Skorpion zu sehen. Jetzt ist die Zeit, die drei letzten Sternbilder des Tierkreises zu studieren, von denen der Schütze den südlichsten Teil des Meridians einnimmt, gegen den der Steinbock von links ansteigt; der Wassermann liegt im Südosten und seine Sterne 2. Gröfse leiten ohne Grenze über zu den westlichsten Sternen des Pegasus, links von welchem nun auch die Andromeda schon aufgegangen ist, so dafs beide Sternbilder zusammen eine vergröfserte Kopie des grofsen Bären darstellen. Die oben beschriebenen Sternbilder sind alle um einen halben Quadranten nach Westen gewandert. Hoch im Meridian steht das Dreieck Wega-Deneb-Atair. Davon links kommt Cassiopea in die Höhe, ihr folgt der Perseus und endlich die Capella. Der grofse Bär steht links in gleicher Höhe mit dem Polarstern. Der Bootes steht im Westen, auf seinen Hauptstern Arcturus zeigt die Deichsel des grofsen Bären. In den klaren August- und Septembernächten ist die Milchstrafse eines der prächtigsten Objekte des Firmaments, namentlich ihre glänzenden südlichen Partien im Adler, Schild des Sobicski, Schlangenträger und Schützen, wo sie in 2 Teile getrennt verläuft.

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnenaufgänge — um 12h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

Zur Orientierung mögen die folgenden Sterne dienen, welche heller als $3^m.3$ sind und die abende um 9 Uhr M. E. Z. kulminieren:

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
Juni 5	η Bootis	3.0	$13^h\,50^m\,9^s$	$+18°\,52.7'$	Juli 31	α Ophiuchi	2.0	$17^h\,30^m\,31^s$	$+12°\,38.1'$
11	α Bootis	1	14 11 19	+19 41.0	Aug. 2	ι Herculie	3.3	17 36 48	+46 3.8
15	γ Bootie	2.9	14 28 14	+38 43.8	2	β Ophiuchi	3.0	17 38 46	+4 36.7
19	α Librae	2.3	14 45 36	−15 38.7	3	μ Herculie	3.3	17 42 44	+27 46.9
22	β Bootis	3.0	14 58 22	+40 46.3	7	γ Sagittarii	3.3	17 59 42	−30 25.4
26	δ Bootie	3.0	15 11 40	+33 40.5	8	72 Ophiuchi	3.3	13 2 50	+9 33.3
26	β Librae	2.0	15 11 53	−9 1.7	12	η Serpentis	3.0	18 16 23	−2 55.2
Juli 1	α Coronae	2.0	15 30 39	+27 2.4	16	Wega	1	18 33 44	+38 42.1
3	α Serpentie	2.3	15 39 35	+6 43.7	20	σ Sagittarii	2.3	18 49 22	−26 24.8
3	β Serpentis	3.3	15 41 47	+15 43.5	22	γ Lyrae	3 3	18 55 24	+32 33.9
4	μ Serpentis	3.3	15 44 39	−3 8.1	23	ζ Aquilae	3.0	19 1 2	+13 43.6
4	ε Serpentis	3.3	15 46 4	+4 46.1	23	λ Aquilae	3.1	19 1 12	−5 1.3
7	δ Scorpii	2.3	15 54 42	−22 20.9	24	π Sagittarii	3.1	19 4 6	−21 10 4
8	β Scorpil	2.0	15 59 54	−19 32.6	28	δ Aquilae	3.3	19 20 42	+2 55.7
10	δ Ophiuchi	3.0	16 9 21	−3 26.7	30	β Cygni	3.0	19 26 54	+27 45.9
11	ε Ophiuchi	3.3	16 13 17	−4 27.4	Sept. 2	γ Aquilae	3.0	19 41 44	+10 23.1
12	τ Herculis	3.3	16 16 53	+46 32.8	2	δ Cygni	2.8	19 42 1	+44 54.3
13	γ Herculis	3.1	16 17 43	+19 22.9	3	Atair	1.3	19 46 9	+8 37.3
14	α Scorpii	1 3	16 23 34	−26 13.2	9	θ Aquilae	3.0	20 6 24	−1 6.0
15	β Herculis	2.3	16 26 8	+21 42.2	10	α² Capric.	3.3	20 12 46	−12 50.3
16	ζ Ophiuchi	2.6	16 31 55	−10· 22.3	12	γ Cygni	2.4	20 18 50	+39 57.4
18	η Herculie	3.1	16 39 38	+39 6.5	15	β Delphini	3.3	20 33 6	+14 16.1
21	κ Ophiuchi	3.3	16 53 10	+9 31.6	17	α Cygni	1.6	20 38 12	+44 56.7
22	ε Herculie	3.3	56 39	+31 4.3	18	ε Cygni	2.6	20 42 22	+33 37.1
24	η Ophiuchi	2.3	17 4 55	−15 36.3	24	ζ Cygni	3.0	21 8 54	+29 50.4
26	δ Herculis	3.0	17 11 8	+24 57.4	29	β Aquarii	3.0	21 26 33	−5 59.3
26	π Herculis	3.1	17 11 44	+36 55.4					

2) **Veränderliche Sterne.** a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

Algol ($3^h\,2^m$ $+40°\,35'$), Gröfse $2^m.3$–$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4\frac{1}{2}^h$.

Juli	2	$12^h\,6^m$	Juli	28	$7^h\,27^m$	Aug.	20	$5^h\,59^m$	Sept.	12	$4^h\,31^m$
	5	8 55	Aug.	8	18 43		31	17 15		20	18 57
	19	17 0		11	15 32	Sept.	3	14 4		23	15 46
	22	13 49		14	12 21		6	10 53		26	12 35
	25	10 38		17	9 10		9	7 42		29	9 24

λ Tauri ($3^h\,55^m$ $+12°\,14'$), Gröfse $3^m.4$—$4^m.5$. Halbe Dauer des Minimums: 5^h.

August	18	$21^h\,23^m$	September	3	$16^h\,52^m$	September	19	$12^h\,20^m$
	22	20 15		7	15 44		23	11 13
	26	19 7		11	14 36		27	10 5
	30	17 59		15	13 28			

δ Librae ($14^h\,56^m$ $-8°\,8'$), Gröfse $5^m.0-6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

Juni 1	17^h	4^m	Juni 29	15^h	20^m	Juli 27	13^h	37^m	Aug. 24	11^h	54^m
6	8	47	Juli 4	7	3	Aug. 1	5	20	31	11	28
8	16	38	6	14	54	3	13	11	Sept. 7	11	2
13	8	21	11	6	37	8	4	54	14	10	36
15	16	12	13	14	28	10	12	45	21	10	10
20	7	54	18	6	11	15	4	28	28	9	45
22	15	46	20	14	3	17	12	19			
27	7	29	25	5	45	22	4	2			

Namentlich λ Tauri und δ Librae bedürfen der Beobachtung auch von seiten astronomischer Liebhaber.

b) Maxima der helleren (> 9—10m) Veränderlichen von langer Periode

Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.
Juni 2	U Aurigae	$5^h\,36^m$ $+32°\,0'$	8—9	Juli 30	R Camelop.	$14^h\,25^m$ $+84°\,16'$	8
5	U Cygni	20 16 +47 36	7—8		S Ceti	0 19 — 9 51	7—8
	S Leonis	11 6 + 5 59	9—10	Aug. 3	RS Pegasi	22 8 +14 5	8—9
8	W Aquarii	20 41 — 4 26	8	4	R Urs. maj.	10 38 +69 17	7
9	S Librae	15 16 —20 3	8	5	T Pegasi	22 4 +12 4	9
10	V Draconis	17 56 +54 52	9	7	S Virginis	13 28 — 6 42	7
13	T Capric.	21 17 —15 34	9	9	Z Cygni	19 59 +49 46	7?
14	R Arietis	2 11 +24 37	6—7	10	T Delphini	20 41 +16 3	8—9
15	U Virginis	12 46 + 6 4	8	11	R Serpent.	15 46 +15 25	6—7
16	R Aurigae	5 10 +53 29	7	13	W Aurigae	5 20 +36 49	8—9
	V Sagittae	20 16 +20 48	9—10	16	U Bootis	14 50 +18 5	9
17	RR Hercul.	16 1 +50 46	8—9	19	RU Andrm.	1 33 +38 11	9
20	RR Aquarii	21 10 — 3 18	8—9		R Pegasi	23 2 +10 2	7—8
	RS Hercul.	17 18 +23 1	8	20	UX Cygni	20 51 +30 3	9—10
	R Lacertae	22 39 +41 53	9	22	RS Librae	15 19 —22 34	8—9
	T Serpentis	18 24 + 6 14	9—10	24	RR Ophiu.	16 43 —19 17	7—8
21	TU Cygni	19 43 +48 50	9	26	Z Delphini	20 28 +17 8	9
25	R Comae	11 59 +19 19	7—8	29	R Ceti	2 21 — 0 36	8
26?	RX Sagitt.	19 9 —18 59	9—10		Z Lyrae	18 56 +34 49	9
28	RT Lyrae	18 58 +37 23	9—10	30	U Androm.	1 10 +40 13	9
Juli 5	RR Cassiop.	23 51 +53 10	9—10		S Scorpii	16 12 —22 40	9—10
9	TW Cygni	21 2 +29 2	9		R Triang.	2 31 +33 51	5—6
	X Librae	15 31 —20 51	9—10	31	RV Aquil.	19 36 + 9 42	9
10	T Sagittae	19 17 +17 29	8		Y Aquarii	20 39 — 5 11	8—9
11	R Delphini	20 10 + 8 48	8—9	Sept. 1	X Camelop	4 33 +74 56	9
	U Librae	15 36 —20 53	9		Y Librae	15 7 — 5 39	9
12?	RU Cygni	21 37 +53 53	8—9	3	S Bootis	14 20 +54 14	8
16	V Bootis	14 26 +39 17	7	6	R Can. ven.	13 45 +40 1	7—8
17	R Virginis	12 34 + 7 31	7		S Serpentis	15 17 +14 39	8
20?	RU Capric.	20 27 —22 1	9	9	Z Aquarii	23 47 —16 23	8
20	R Piscium	1 26 + 2 23	8	10	Z Capric.	21 5 —16 34	9
27	V Cassiop.	23 8 +59 10	8		V Pegasi	21 56 + 5 40	8
29	S Camelop.	5 31 +68 45	8—9	13	T Monoc.	6 20 + 7 8	6

Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.
Sept. 13	Y_1 Pegasi	22h 7m +13° 54'	9—10	Sept. 21	T Herculis	18h 6m +31° 0'	7—8
17	X Aurigae	6 5 +50 15	8	22	X Delphini	20 51 +17 17	8
	Z Sagittarii	19 14 —21 6	8—9		R Leo. min.	9 40 +34 57	7
18	S Herculis	16 48 +15 6	6—7	24	R Vulpec.	21 0 +23 26	8
19	W Coronae	16 12 +38 2	7—8	27	X Pegasi	21 16 +14 3	9
20	R Herculis	16 2 +18 37	8—9	29	U Monoc.	7 26 — 9 35	6—7
	V Sagittae	20 16 +20 48	9—10	30	Y Persei	3 21 +43 50	8—9

Bei manchen dieser Sterne sind die Daten auf einige Tage unsicher; es empfiehlt sich also, sie einige Zeit vorher aufzusuchen. Besonders verdienstlich ist das Verfolgen eines Sternes durch genaue Helligkeitsschätzungen während des Anstiegs und dann wieder durch den Abstieg seines Lichtes.

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1904	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima			
			Juni	Juli	Aug.	Sept.
SZ Cygni	20h 30m +46° 16'	8	4,19	4,19	3,18	2,17
TX „	20 56 42 13	8 bis 9	14,29	14,29	12,27	11,26
VX „	20 54 39 48	9	12	2,22	11,31	20

3) **Planeten.** Merkur ist am 8. Juni in gröfster westlicher Elongation und namentlich nachher kurze Zeit vor Sonnenaufgang im Stier zu sehen. Am 31. Juli ist er am Abendhimmel in Konjunktion mit Regulus, der 31' südlich von ihm steht und dann leicht zu finden, am 20. August ist er in gröfster östlicher Elongation, die aber ungünstig für die Sichtbarkeit ist, weil er nicht höher als im Äquator steht.

Venus ist anfangs Juni noch Morgenstern, aber der Sonne bereits recht nahe, am 19. Juni steht sie 35' unter Mars, doch findet diese interessante Begegnung in der hellen Morgendämmerung statt. Am 8. Juli geht Venus hinter der Sonne auf deren linke Seite und wird nun Abendstern. Vielleicht kann man sie dort schon am 11. August in Konjunktion mit Regulus sehen, der 62' südlich von ihr steht. Anfang September kommt Venus in die Jungfrau und passiert am 23. September 11h rechtläufig 2° 55' nördlich von deren Hauptstern Spica.

Mars steht anfangs Juni am Morgenhimmel in unmittelbarer Nähe der Sonne. Erst Anfang Juli wird er über μ Geminorum sichtbar, er geht um 15¼ Uhr auf. Er durchwandert rechtläufig die Zwillinge und tritt am 8. August (Aufgang 14¾ Uhr) in den Krebs, am 10. September (Aufgang 14¾ Uhr) in den grossen Löwen, über dessen Hauptstern Regulus er am 28. September 52' nördlich passiert.

Jupiter steht Anfang Juni in den Fischen und geht 14½ Uhr auf. Rechtläufig tritt er Anfang Juli in den Widder (Aufgang 12¾ Uhr) und behält diese Bewegungsrichtung bei bis zum 19. August, wo er, 9½ Uhr aufgehend, in Stillstand kommt. Er geht nun rückläufig wieder bis an die Grenze der beiden Sternbilder zurück, wo er Ende September anlangt. Er geht dann bereits 6½ Uhr auf und bleibt bis gegen Morgen sichtbar.

Saturn steht während der ganzen Berichtsperiode rückläufig im Steinbock und geht zu Anfang der einzelnen Monate um folgende Zeiten auf: Juni 12¾, Juli 10½, August 8½, September 6¼ Uhr. Am 10. August ist Saturn in Opposition mit der Sonne, so dafs sein Aufgang mit ihrem Untergang zusammenfällt und umgekehrt

Uranus ist bereits am 19. Juni in Opposition mit der Sonne und bleibt rückläufig rechts unter μ Sagittarii bis zum 4. September, wo er nach kurzem Stillstand wieder nach links wandert. Er ist von Sonnenuntergang ab für ein scharfes Auge aufzufinden, zuletzt geht er bereits $8\frac{1}{2}$ Uhr unter.

Neptun ist am 27. Juni in Konjunktion mit der Sonne, also im Juni und Juli nicht aufzufinden. Im August und September, wo er am Morgenhimmel rechtläufig ist, zeigt ihn ein kleines Fernrohr in $6^h 33^m$ Rektascension $+ 22° 14$ Deklination rechts unterhalb von ε Geminorum.

4) Jupitermonde.

I. Trabant. Eintritt in den Schatten.

Juni	2	14^h	37^m	21^s	Aug.	12	9^h	38^m	3^s	Sept.	11	11^h	44^m	5^s
	25	14	47	55		19	11	32	18		18	13	38	43
Juli	11	13	4	32		26	13	26	37		20	8	7	27
	18	14	58	35	Sept.	2	15	21	1		25	15	33	27
	27	11	21	9		4	9	49	34		27	10	2	23
Aug.	3	13	15	17		9	17	15	31					

II. Trabant. Eintritt in den Schatten.

Juni	13	14^h	56^m	13^s	Aug.	16	14^h	15^m	35^s	Sept.	10	11^h	17^m	29^s
Juli	15	14	37	22		23	16	50	27		17	13	52	18
Aug.	9	11	40	38	Sept.	3	8	42	41		24	16	27	10

III. Trabant. Juni 30, Eintritt $12^h 40^m 53^s$, Austritt $14^h 52^h 17^s$; August 5 Austritt $10^h 51^m 4^s$; August 12 Eintritt $12^h 48^m 49^s$, Austritt $14^h 51^m 5^s$; September 17 Eintritt $8^h 56^m 46^s$, Austritt $10^h 51^m 4^s$; September 24 Eintritt $12^h 58^m 8^s$; Austritt $14^h 51^m 26^s$.

5) Von **Meteoren** sind die Perseiden die bemerkenswertesten, die von Mitte Juli bis Mitte August, namentlich aber um den 10. August fallen.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1]) d. Eintritts	d. Austritts
Juni 24	ϑ Librae	4.7	13^h 8.3^m	13^h 36.5^m	164°	213°
Juli 9	ϑ^1 Tauri	4.2	15 3.3	15 58.9[2])	84	251
„ 9	ϑ^2 „	4.2	15 6.6	15 56.0[2])	106	229
„ 9	α „	1	18 39.7[3])	19 43.1[3])	50	284
„ 10	111 „	5.5	14 38.2	15 25.2	61	284
Aug. 30	ξ^1 Ceti	4.3	16 11.9	17 32.3[3])	72	246
Sept. 2	σ^2 Tauri	5.2	13 3.2	13 34.2	138	197
„ 29	γ „	4.0	10 15.4	11 8.8	47	285
„ 29	ϑ^1 „	4.2	14 59.5	16 18.3	88	248
„ 29	ϑ^2 „	4.2	15 5.5	16 13.3	110	226
„ 29	Anonyma	5.0	16 21.3	17 34.9	58	282
„ 30	111 Tauri	5.5	16 13.7	17 33.3	85	264

7) **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	Juni 11 14^h	Juli 13 4^h	August 12 22^h	September 10 0^h
Venus	„ 12 20	„ 12 22	„ 11 20	„ 10 15
Mars	„ 13 2	„ 11 22	„ 9 17	„ 7 9
Jupiter	„ 8 21	„ 6 13	„ 3 2 u. 30 9^h	„ 26 11
Saturn	„ 3 20	„ 13 u. 28 6^h	„ 24 9	„ 20 11

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

[2]) Während des Aufgangs. [3]) Nach dem Aufgang der Sonne, aber im Fernrohr doch sichtbar.

8) **Mond.** a) Phasen.

Letzt. Viert.	Juni 5	19 h	Juli 5	12 h	Aug. 4	3 h	Septbr. 2	16 h
Neumond	13	10	12	18	11	2	9	10
Erst. Viert.	20	4	19	10	17	17	16	4
Vollmond	27	9	26	23	25	14	24	7

b) Apsiden.

Erdferne	Juni	5	0 h	Erdnähe	Juli	14	17 h	Erdferne	Aug.	26	17 h
Erdnähe		17	1	Erdferne		30	9	Erdnähe	Sept.	9	8
Erdferne	Juli	2	18	Erdnähe	Aug.	11	22	Erdferne	Sept.	22	19

c) **Auf- und Untergänge für Berlin.**

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Juni 1	10h 40m	19h 47m	Juli 11	15h 23m	6h 25m	Aug. 20	3h 40m	12h 30m
6	12 59	— —	16	21 38	9 58	25	6 48	17 22
11	15 11	5 28	21	2 39	12 23	30	8 45	22 40
16	20 0	10 16	26	7 15	16 25	Sept. 4	11 50	2 51
21	1 9	12 48	31	9 31	21 38	9	18 5	6 23
26	6 57	15 46	Aug. 5	11 40	1 56	14	— —	9 1
Juli 1	10 16	20 40	10	16 29	6 43	19	3 53	13 12
6	12 12	0 55	15	23 12	9 25	24	6 4	18 25
11	15 23	6 25	20	3 40	12 30	29	8 16	23 43

9) **Sonne.**

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag[1])	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Mai 29	4h 26m 11.0s	— 2m 51.3s	3h 55m	8h 12m
Juni 5	4 53 46.9	— 1 48.5	3 49	8 20
12	5 21 22.8	— 0 28.6	3 45	8 26
19	5 48 58.7	+ 1 0.8	3 44	8 29
26	6 16 34.6	+ 2 30.8	3 46	8 30
Juli 3	6 44 10.5	+ 3 53.9	3 50	8 29
10	7 11 46.4	+ 5 3.5	3 57	8 25
17	7 39 22.3	+ 5 53.1	4 5	8 18
24	8 6 58.2	+ 6 16.6	4 15	8 9
31	8 34 34.0	+ 6 11.2	4 25	7 58
August 7	9 2 9.9	+ 5 36.8	4 36	7 46
14	9 29 45.8	+ 4 34.3	4 47	7 32
21	9 57 21.7	+ 3 4.9	4 59	7 18
28	10 24 57.5	+ 1 12.2	5 11	7 2
Sept. 4	10 52 33.4	— 0 58.0	5 22	6 46
11	11 20 9.3	— 3 19.6	5 34	6 30
18	11 47 45.1	— 5 47.2	5 46	6 13
25	12 15 21.0	— 8 14.6	5 58	5 57
Okt. 2	12 42 56.9	— 10 33.9	6 9	5 40

[1]) Im mittl. Berliner Mittag zeigt eine nach M. E. Z. gehende Uhr 0h 6m 25.2s.



Dr. B. Donath: Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen. 2. verbesserte und vermehrte Auflage. Verlag von Reuther und Reichhard, Berlin.

Ein Chirurg ohne Röntgeneinrichtung ist wie ein Truppenführer ohne Fernrohr. Man kann sich in vielen, ja vielleicht in den meisten Fällen auch ohne künstliche Hilfsmittel, lediglich mit Hilfe dessen orientieren, was die natürlichen Sinne uns sagen. Aber wenn dies auch nur in einem gewissen Prozentsatz der Fälle unmöglich ist, so macht man sich durch die Nichtanwendung wirksamer Hilfsmittel einer groben Vernachlässigung schuldig; denn im Kampfe mit feindlichen Mächten gilt es, alle Vorteile auszunutzen.

Für die Röntgenstrahlen dürfte diese Erkenntnis heutzutage bei der Mehrzahl der Ärzte durchgedrungen sein, obwohl noch vor wenigen Jahren bedeutende Mediziner es für nötig hielten, in den Wein des Enthusiasmus für die neue Entdeckung das Wasser der Skepsis zu giefsen. Der Erfolg hat in diesem Falle, noch mehr als bei der Telegraphie ohne Draht, der zweiten praktisch bedeutenden physikalischen Erfindung des letzten Jahrzehnts, den Enthusiasten Recht gegeben.

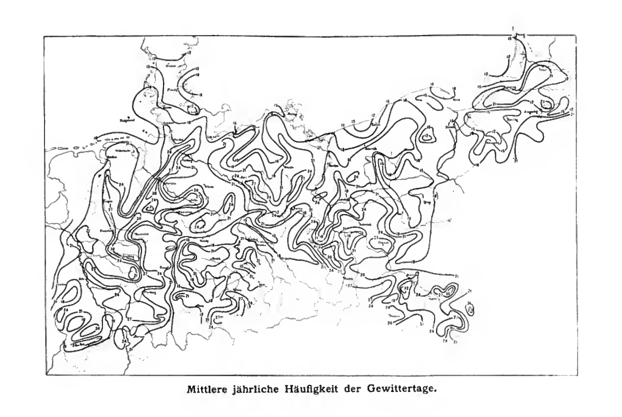
Das ebengenannte Buch hat sich die Aufgabe gestellt, den Arzt, der auf der Universität über diese Materie entweder nicht ausreichend oder überhaupt nicht belehrt worden ist, so weit mit ihr vertraut zu machen, dafs er die Erscheinungen nicht nur versteht, sondern auch mit den Apparaten umzugehen lernt. Ja, man kann sagen, dafs die so überaus einfache und anschauliche Darstellungsweise des Verfassers das Erlernen einer praktischen Betätigung aus einem Buche in diesem Falle nicht als einen leeren Wahn erscheinen läfst.

Die Einleitung ist der Besprechung der einfachsten Gesetze des elektrischen Stroms gewidmet. Der darauf folgende Abschnitt behandelt die verschiedenen Stromquellen in ihrer Verwendbarkeit für Röntgenzwecke. Sodann werden die wichtigsten Apparate, die Induktoren, Unterbrecher und Röntgenröhren besprochen, sämtlich Gegenstände, die heutzutage nach anderen Grundsätzen und in anderen Formen hergestellt werden als noch vor wenigen Jahren. Hierbei bietet sich auch Gelegenheit, auf die verschiedenen Arten von Röntgenstrahlen einzugehen. Diese wichtige Unterscheidung, die zu der Auswahl der für den besonderen Zweck passenden Strahlenart führt, wird an einer Tafel mit Probeaufnahmen genauer klar gemacht, wie denn überhaupt das Buch sehr zahlreiche (140) Abbildungen enthält.

Besondere Aufmerksamkeit hat der Verfasser den Mefsapparaten zur Bestimmung der Lage der durchleuchteten Gegenstände gewidmet. Der letzte Abschnitt beschäftigt sich mit der Natur der Röntgenstrahlen und der ihnen verwandten Strahlenarten, insbesondere auch der Radiumstrahlen.

Schon diese kurze Inhaltsangabe läfst erkennen, dafs das Buch viel Neues und Brauchbares bietet, und wir wünschen dieser zweiten Auflage denselben Erfolg, den die erste gehabt hat. Sp.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Mittlere jährliche Häufigkeit der Gewittertage.



Über unsere Schutzmittel gegen Blitzgefahr.

Vortrag, gehalten in der Elektrotechnischen Gesellschaft zu Leipzig.

Von Professor Dr. Fr. Neesen in Berlin.

In bezug auf die Blitzschutzmafsregeln sind 3 Klassen der schützenden Gegenstände zu unterscheiden.

1. Gebäudeblitzableiter;
2. Schwachstromblitzableiter;
3. Starkstromblitzableiter.

Für Ableiter der ersten Gattung ist eine direkte Verbindung der ganzen Anlage mit der Erde möglich, für die beiden anderen nicht. Starkstromblitzableiter erfordern ein Mehr als die Schwachstromblitzableiter, weil bei ihnen die Ableitung der Blitzentladung zur Erde einen Kurzschlufs für den Starkstrom herstellt, für dessen selbsttätige Beseitigung Sorge zu tragen ist.

Die Anordnung des Ableiters hängt in erster Linie mit der Beantwortung der Frage zusammen, was der Blitzableiter soll. Es scheint die Beantwortung einfach und selbstverständlich, nämlich dahin: er soll vor Blitzschäden schützen. Indessen ist es für die Konstruktion von Bedeutung, zu wissen, wodurch der Blitzableiter diesen Schutz gewähren kann. Die einen vertreten nun die Ansicht, die Aufgabe des Ableiters sei im wesentlichen eine vorbeugende, insofern, als die Anlage hauptsächlich dazu bestimmt ist, die in den Wolken angesammelten Elektrizitätsmengen durch sogenannte langsame Entladung unschädlich zu machen, bevor ein Blitzschlag erfolgt ist, und dafs nebenbei noch der Ableiter imstande sein müsse, falls er diese Aufgabe nicht ganz erfüllt, den Blitzschlag selbst aufzunehmen und so von der zu schützenden Anlage fernzuhalten. Die anderen betonen ausschliefslich die letzte Wirkung und scheu die langsame Entladung

ale etwas ganz Nebeneächliches an. Der Entscheid für die eine oder andere Aneicht hat nicht allein theoretischee Interesse. Iet die erste Aneicht die richtige, so kommt es darauf an, möglichst viel Spitzen zu verwenden und diese in tadelloeem Zustand zu erhalten; erkennt man dagegen der zweiten das Übergewicht zu, so fällt die Bedeutung der Spitzen faet ganz weg.

Einen schlagenden Beweie, dafe die Spitze eine äufeerst geringfügige Rolle epielt, gibt folgende Versuchsanordnung mit dem Blitzahleitermodell von Chwoleon (Fig. 1).

Die in den Gewitterwolken enthaltene Elektrizitätemenge möge durch die Ladung der inneren Belegung einer Leydener Flasohe a dargestellt werden, der dauernd durch eine Elektrisiermaschine Ladung zugeführt wird. Diese innere Belegung eteht mit einem Metalletab in Verbindung, auf welchem ein längerer Arm b drehbar angeordnet ist, dessen einee Ende eine Schale o trägt. In der Nähe der Flaeche und im Bereiche der Schale befindet eich ein mit hoher Fangstange und daran angeschloeeener Erdleitung geschütztes Gebäude. Stellt man nun den Arm so, dafs die Schale gerade über der Spitze der Fangstange d eteht, eo erfolgt bei anhaltender Drehung der Elektrisiermaschine keine Funkenentladung, weil tatsächlich durch langsame Entladung von der Spitze aue die Schale eofort entladen wird. Wird indeseen der Arm, an welchem die Schale sitzt, von der Spitze entfernt und dann mit einem kleinen Stofs nach dieeer hinhewegt, eo tritt etets eine Funkenentladung auf. Man hraucht gar nicht einen beeonderen Stofe auezuüben, echon die Anziehung zwiechen der Ladung auf der Schale und der influenzierten Ladung der Spitze genügt, die Bewegung hervorzurufen, welche die etille, funkenlose Entladung unmöglich macht. Wenn nun schon eo kleine Ladungen, wie die einer Leydener Flasche, in der Zeit, während welcher sich die Schale nähert, nicht entladen werden können, so kann dae eicher nicht für die ungeheuer viel gröfeeren elektriechen Ladungen der Atmoephäre der Fall sein. Hierzu gehören aber und aber Millionen Aueströmungeetellen, wie eolche vielleicht in Blättern und Zweigen eines Waldes gegeben eind. Aber auch aue einem Walde holt sich der Blitzschlag noch oft genug einen einzelnen Baum heraus.

Ee kommt eomit auf die Beechaffenheit der Spitze nicht an, da der Blitzableiter auch ohne echarfe Spitze die Aufgabe löst, die Entladung von den anderen Gebäudeteilen ab und auf eich zu lenken. In richtiger Würdigung diesee Umetandee werden von einsichtigen Blitzableiter-Fabrikanten die früher eo beliehten Spitzenkonstruktionen aue Platin, Kohle u.s.f. beieeite gelaesen.

Gebäudeblitzableiter.

Um die Gründe der Anordnung für die Gebäudeblitzableiter zu übersehen, ist es nötig, sich klar zu machen, was bei dem Herannahen einer elektrisch geladenen Wolke geschieht.

Alle Gegenstände auf der Erdoberfläche laden sich entgegengesetzt wie diese Wolke, besonders stark diejenigen, in welchen sich die influenzierte Elektrizität ohne grofse Verzögerung, ohne Widerstand bewegen kann, also die Leiter. Wenn sich ein Spannungsunterschied zwischen Wolke und den einzelnen Teilen der Erdoberfläche aus-



Fig. 1.

bildet, so wird dieser unter gleichen Verhältnissen gröfser sein zwischen der Wolke und gut leitenden Metallteilen, vorausgesetzt, dafs letztere eine solche Ausdehnung haben, dafs die influenzierte, mit der Wolkenelektrizität gleichwertige Elektrizität nach entfernteren Stellen abfliefsen kann. Nach solchen Metallteilen ist daher zunächst die Tendenz der Blitzentladung hin gerichtet. Aus diesem Grunde ordnet man auf dem Dache des Gebäudes Metallteile — die Fangvorrichtungen — an, welche die Entladung auf sich ziehen sollen. In der Ausbildung dieser Fangvorrichtung tritt nun wieder ein scharfer Unterschied auf, und zwar unterscheidet man eine ältere, welche auf Vorschlägen, die von Gay Lussac durchgearbeitet sind, beruht und eine neuere, die sich an die Erwägungen des Belgiers Melsens anschliefst. Die erstere, welche eine

leichtere Schablone für die Errichtung von Blitzableitern liefert, gründet sich auf die Annahme, dafs durch Anordnung einer aufrechten Metallstange alles, was in einem gewissen Kegel liegt, dessen Höhe diese Stange ist, vor Blitzeinschlag geschützt sei. Der Kegel wurde danach berechnet, dafs jeder Teil des Gebäudes bei allen möglichen Wolkenlagen weiter von der letzteren entfernt sein mufs als die Spitze der Fangstange. Viele traurige Erfahrungen haben gezeigt, dafs auf diese Regel vom Schutzkreis kein Verlafs ist. Man hat sich genötigt gesehen, den Kegel immer mehr einzuschränken, etwa darauf, dafs geschützt ist, was in einem Kegel liegt, dessen Basisradius das $1^1/_2$fache der Höhe der Stange über dieser Basis ist. Diese Regel wird von einer Zahl von Fabrikanten beibehalten, zum Teil gewifs, weil dieselbe einen leichteren übersichtlichen Plan für die Anordnung der Stangen erlaubt.

Der geringfügige Unterschied in der geometrischen Entfernung von Wolke zum Gebäudeteil, geringfügig im Vergleich zu der mit mehreren Kilometern zu berechnenden Länge des Blitzfunkens, kann aber diese Art der Schutzberechnung nicht rechtfertigen. Wir sehen schon bei unseren Funkenversuchen auf Entfernungen von wenigen Dezimetern, dafs der Funke nicht eine gerade Bahn, nicht die kürzeste Entfernung aufsucht. Er zeigt stets die eckige Gestalt, welche auch dem Blitze charakteristisch ist. Eine Menge anderer Erscheinungen spielen mit, welche auf den Blitzgang Einflufs haben, vor allem Bewegungen der Luft, Bewegungen der Ladungen auf den Teilen des Gebäudes, welche zur Bildung von gefährlichen Schwingungsknoten führen können. Denn es ist immer zu bedenken, dafs man nicht mit Gleichgewichtszuständen zu tun hat, sondern bei der raschen Wolkenbewegung mit Strömungen.

Daher war es ein glücklicher Gedanke von Melsens, für die Anordnung der Auffangstangen den Grundsatz aufzustellen, dafs an Stelle der nach der Regel des Schutzkreises berechneten hohen Fangstangen kleine Fangstangen an alle, besonders exponierten Stellen, wie Schornsteine, Ventilationsaufsätze, gesetzt werden müfsten, dafs ferner auch die die Fangstangen verbindende metallische Leitung als Auffangevorrichtung diene, welche die Dachfirste zu bedecken und zu schützen hätte. Die Leitung auf dem Dache wird allerdings verwickelter, dafür aber spart man die Kosten, welche die Montierung hoher Stangen verursachen. Zu beachten ist weiter, dafs das Aussehen des Gebäudes ohne die hohen Stangen ein gefälligeres ist.

Mit einer guten Auffangvorrichtung allein ist es nicht getan. Wäre sie allein vorhanden, so würden wir das haben, was uns die

Blitzröhre zeigt. Der eigentliche Blitz ginge allerdings zu einer Fangstange oder Firstleitung über. Von den Enden derselben würden aber Funken zu benachbarten Leitern eventuell zum Erdboden überschlagen können. Denn die bei dem Influenzvorgang von der Wolkenelektrizität abgestoßene gleichnamige Elektrizität ruft ja auch Spannungsunterschiede hervor. Man erhält so sekundäre Schläge. Es mufs daher jeder auf der Firstleitung angesammelten Ladung ein rascher Abflufs in ein so grofses Reservoir ermöglicht werden, dafs die Spannungen minimal werden. Ein solches Reservoir bildet die Erde; daher wird die Firstleitung durch metallische Leiter längs der Gebäudewände verbunden mit besonderen Leitungen, die den Zweck haben, die Verteilung der angesammelten Ladung in die Erde zu bewirken, die sogenannten Erdleitungen. Bei Bemessung dieser und der Ableitungen ist zu beachten, dafs in jedem Leiter der Abflufs von Ladungen eine gewisse Zeit braucht und dafs sich während dieser Zeit Spannungen auf dem Leiter gegen benachbarte Orte ausbilden können. Diese geben dann wieder Veranlassung zu sekundären Schlägen. Daher ist die Öffnung mehrerer Kanäle, also mehrerer Ableitungen und Erdleitungen nötig. Wieviel, das läfst sich allgemein schwer beantworten. Hier mufs ein gewisses Verständnis, ein gewisses Gefühl die Richtschnur bilden. Als rohe Schätzung wäre etwa auf je 100 qm Fläche eine Ableitung und Erdleitung zu rechnen. Die Vervielfältigung der Ableitungen gewährt auch den von Melsens stark betonten Vorteil, dafs dadurch die inneren Teile des Gebäudes mehr vor Ausbildung elektrischer Spannungen geschützt werden, da der Ableiter eine Art von Faradayschem Käfig bildet.

Für die Erdleitung kommen mannigfache Konstruktionen in Betracht; am häufigsten und zweckmäfsigsten sind in das Grundwasser versenkte Platten aus Kupfer oder verzinktem Eisen, oder Gasrohre, die in das Grundwasser getrieben sind. Manchmal ist das Grundwasser aber so schwierig zu erreichen, dafs man sich anderer Mittel bedienen mufs. Es empfehlen sich dann strahlenförmig nach verschiedenen Richtungen von den Enden der Ableitung auslaufende Drähte von etwa 10 m Länge, die dicht unter der Oberfläche des Bodens zu verlegen sind, etwa dorthin, wo man am häufigsten noch Feuchtigkeit erwarten kann, insbesondere unter Grasboden. Auch schmale Gräben mit Füllung von Nufskoks haben sich bewährt, in die ein Bleiband, das an den Ableiter angeschlossen ist, eingelegt ist.

Wie widersinnig oft Anlagen ausfallen, die nach einem Schema angelegt werden, zeigt die Ableitung des Blitzableiters auf einer Alpen-

Schutzhütte. Um der Forderung nach Verbindung mit dem Grundwasser zu genügen, batte man eine Leitung mehrere Kilometer lang bis zur nächsten Quelle geführt.

An Stelle der besonderen Erdleitungen kann und mufs wenigstens zum Teil eine Verbindung mit Gas- oder Wasserleitungsrohren aus Metall treten. Diese bilden eine so günstige Verteilung, wie solche künstlich gar nicbt zu erreicben ist. Man sollte aber, da diese Leitungen abgeschnitten sein können, immer eine besondere Erdleitung anordnen.

Einen vollständigen Faradayschen Käfig können wir im allgemeinen nicht erreicben, daher werden auch nach den inneren Teilen des Gebäudes hin Spannungen eintreten, namentlich nach denjenigen, welche selbst eine grofse leitende Fläche haben, wie Gas- und Wasserleitungen. Heizungsrohre und Leitungen, die auf dem Boden eines Gebäudes verlaufen, sollte man immer anschliefsen; ob auch in den Fällen, wo diese Leitungen nicht bis in das obere Geschofs hineinreichen, das ist wieder eine Frage des elektrotechnischen Taktgefühles. Sind die Leitungen etwa 10 m unter der Blitzableiterleitung, dann dürfte der Anschlufs bei sonst vortrefflicher Ableitung nicht nötig sein. Beacbten mufs man bierbei auch die Lage der Ableitungen zu den Wasserleitungsrohren. Näbern sich diese auf wenige Meter und ist auf dem Boden noch kein Anschlufs, so mufs derselbe nach einer solchen Annäberungsstelle zu gescbehen.

Eine wesentliche Verminderung der Kosten einer Blitzableiteranlage, verbunden mit einer Verbesserung, kann dadurch erzielt werden, dafs gleicb mit Bau des Gebäudes der Ableiter angelegt und die metallenen Konstruktionsteile des Baus als Teile jenes verwandt werden. Die metallenen Firstbedeckungen, die Traufrinnen, Metalldächer, auch die nach unten führenden Traufröhren eignen sich sehr gut dazu, als Ersatz für besondere Firstableitung zu dienen. Man mufs nur in dieser Verbilligung nicht zu weit gehen. Es sind auch für Gebäude, bei denen die gröfste Sicherheit vor Blitzgefahr angezeigt war, solcbe metallenen Teile des Gebäudes in die Ableitung eingezogen worden, ohne dafs die einzelnen Teile unter sich gute Berührung hatten. Die Berecbtigung wird in der Erwägung gesucht, dafs die starken Spannungen der bei Blitzentladung in Frage kommenden Elektrizitätsmengen die kleinen Lücken, welche zwischen dem Abfallrohr bestehen, mit Leichtigkeit überspringen. Das ist gewifs richtig. Aber erstens können auch die dabei notwendigerweise auftretenden kleinen Funken Brand erzeugen, wofür ein Beispiel vorliegt, und dann

bringen diese Funken eine Verzögerung der Entladung und Schwingungen der Ladungen mit sich. Diese beiden Umetände führen aber zu der Gefahr von Seitenentladungen. Bei erstklaesigen Ableitern soll man alle eolche Umstände vermeiden, durch welche die Wirkeamkeit des Blitzableiters etwa abgeechwächt werden kann. Will man dagegen eich mit einem geringeren Grade von Schutzwahrscheinlichkeit begnügen, also nur einen zweitklaseigen Ableiter haben,

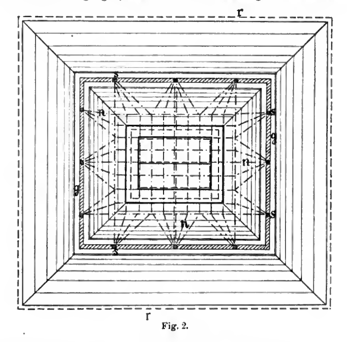


Fig. 2.

so braucht man eolche kleine Unterbrechungsstellen nicht zu berücksichtigen.

Es hat vollkommene Berechtigung, von Blitzableitern mit verschiedenem Grade von Schutz zu sprechen. Auch der weniger vollkommene Ableiter gibt noch beeeeren Schutz wie gar keiner. Ein vielfach gehörtes Schlagwort sagt allerdings anders: lieber gar keinen Ableiter, wie einen unvollkommenen, denn der Blitzableiter vergröfeert an sich die Blitzgefahr. Hierfür liegt, von ganz besonders gestalteten Auenahmefällen abgeeehen, aber gar kein Grund vor. Beim Herannahen der Wolke wird nicht allein der Ableiter,

sondern das ganze Gebäude und die Oberfläche der Erde geladen; das Ladungsvermögen der letzteren wird stets aufserordentlich grofs gegenüber dem des Gebäudes sein, und dieses Verhältnis erfährt durch die geringe Metalloberfläche des Ableiters keine Änderung. Das Gebäude bietet aber für sich schon stärkere Entladungspunkte wie der umgebende Erdboden, daher wird auch ohne Ableiter der Blitzschlag nach ihm hingerichtet sein, wenn er den Ableiter trifft.

Gewisse Gebäudeanlagen erfordern eine ganz besonders sorgfältige Schutzvorrichtung wegen der aufserordentlichen Gefahr, welche bei ihnen mit einem zündenden Schlag verbunden ist, so Petroleumtanks, Pulver- und vor allem Sprengstofffabriken. Eine Reihe von Explosionen infolge von Blitzschlag haben die Frage des Schutzes solcher Anlagen wieder lebhafter in Flufs gebracht. Der Berliner

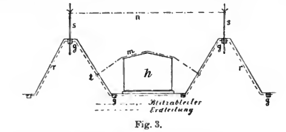


Fig. 3.

elektrotechnische Verein beschäftigt sich augenblicklich eifrig damit und kann hoffentlich bald mit Vorschlägen hervortreten.

Bei den Petroleumtanks liegt die Gefahr vor, dafs die dicht über jedem Tank lagernden Petroleumdämpfe durch den einschlagenden Blitz entzündet werden. An und für sich brauchte ohne diese Gefahr der Tank, welcher ja stets von Metall ist, gar keinen Ableiter, sondern müfste nur eine Erdleitung erhalten. Wegen der erwähnten Dämpfe ist es jedoch angebracht, über den Tank und zwar in ziemlicher Höhe über demselben ein engmaschiges Drahtnetz auszuspannen, welches eine gute Ableitung zur Erde hat. Ein Blitzschlag trifft dann nicht mehr die starke dampfhaltige Schicht direkt über dem Tank. Ferner sollten die Mannlöcher stets durch selbsttätig sich schliefsende Davysche Sicherheitsgitter geschützt werden.

Solche äufsere, von dem Gebäude entfernte netzartige Blitzableiter werden z. B. auch bei der Anlage der Sprengstofffabrik in Kremmel verwandt, von denen Fig. 2 und 3 ein Bild geben. In 1 m Entfernung über der zu schützenden Hütte h sind Längs- und Querdrähte in Ab-

ständen von 1 m gespannt. Eiserne Stangen auf der Krone des einschliefsenden Walles bilden die Stützpunkte dieses Netzes. Von den Stangen gehen die Erdleitungen weiter. Wie Fig. 3 zeigt, sind an den Spitzen dieser Stangen noch verzweigte Melsensche Fangarme angebracht, wohl unnötiger Weise.

Die Hütte hat dann noch einen zweiten Schutz durch ein zweites weitmaschigeres Drahtnetz, wie solches auch auf Pulvermagazinen Verwendung findet.

Schwachstromblitzableiter.

Für die elektrischen Anlagen kommen zu der Gefahr eines Blitzschlages in das Betriebsgebäude hinzu die Gefahren, welche die Leitungen mit sich bringen. Letztere werden sich mit der atmosphärischen Elektrizität bald stärker, bald schwächer laden. Diesen wechselnden Ladungen entsprechend entstehen Strömungen in ihnen. Im Falle eines Blitzschlages in die Ladung müssen diese Strömungen besonders starke Werte annehmen. Die an die Leitung angeschlossenen Apparate sind der Gefahr dieser Strömungen ausgesetzt, welche auch ohne eigentlichen Blitzschlag in die Leitung verderblich für die Apparate und die in der Nähe befindlichen Menschen sein können.

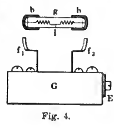


Fig. 4.

Bei dem Aufsuchen einer Schutzvorrichtung hiergegen ist es gut, daran zu denken, dafs diese Strömungen im allgemeinen nicht nach Art eines konstanten galvanischen Stroms, sondern in der Art von Stromstöfsen verlaufen, oder auch von elektrischen Schwingungen, welche sich auf dem Leiter ausbilden müssen, auch ohne dafs in den eigentlichen Blitzfunken Ladungen hin- und herschwingen, wie vielfach behauptet ist, wofür sich aber noch gar kein Beweis ergeben hat.

Abgesehen von der Abschaltung der Apparate von der Leitung bei herannahender Gewittergefahr hat man auf zwei Wegen versucht, die Beschädigungen zu vermeiden.

Die erste Klasse von Ableitern basiert darauf, selbsttätig die Verbindung zwischen Apparaten und Leitung bei zu starkem Strom zu unterbrechen. Die zweite Klasse sucht der Blitzentladung einen Nebenweg zu öffnen, welcher für den gewöhnlichen Nutzstrom nicht passierbar ist.

Zu der ersten Klasse gehören vor allem die Schmelzsicherungen,

bei denen durch eine durch zu starken Strom hervorgerufene unzulässige Erwärmung ein leicht schmelzbarer Metallstreifen aus der Leitung herausschmilzt. Als Beispiel sei eine bei Telephonämtern vielfach verwandte Anordnung herausgegriffen, die sogenannte Patronensicherung (Fig. 4). In einer Glasröhre g sind Spiraldrähte befestigt, zwischen welchen ein Stück d aus leicht flüssigem Lot eingeklemmt ist. Die Glasröhre wird zwischen 2 federnde Drähte f_1, f_2 gebracht, von welchen der eine mit der Leitung, der andere mit dem Apparat in Verbindung steht. Es liegt auf der Hand, dafs die Schutzvorrichtungen die Apparate vor eigentlichem Blitzschlag nicht schützen können, denn hier wachsen die Spannungen längs der Linie und den damit verbundenen Apparaten so plötzlich, dafs die Apparate denselben ausgesetzt sind, ehe sie durch das Schmelzen der Legierung abgeschaltet werden. Diese Sicherungen können daher nur bei den durch Wechsel der Ladungen in der Atmosphäre hervorgerufenen langsam verlaufenden Strömungen von geringer Stärke in Betracht kommen oder als Ergänzung zu der zweiten Klasse der Ableiter.

Der Zweck dieser ist, der Blitzentladung einen für den gewöhnlichen Strom verschlossenen Nebenweg zu schaffen, wozu man einen Nebenweg zur Erde mit Einschaltung einer Funkenstrecke anbringt. Letztere läfst die stark gespannte Blitzentladung durch, aber nicht den Nutzstrom der Leitung. Zu diesem Behufe wird einem in der Leitung vor dem Apparate liegenden Metallstücke in geringer Entfernung, etwa 1 mm, ein anderes gegenübergestellt, welches zur Erde abgeleitet ist. Die Gestalt dieser Metallplatte ist mannigfaltig, z. B. Spitze oder Platte oder auch beides vereinigt, und einfacher Drahtleiter. Die Verwendung von gegenüberstehenden Spitzen oder Schneiden beruht auf der Erwägung, dafs die Spitzenform die Entladung begünstigt. Das ist aber durchaus nicht immer der Fall, nur dann, wenn die Spitze zu positiver Elektrode gemacht wird. Aber auch dann ist zu beachten, dafs bei Entladung so gewaltiger Mengen, wie solche beim Blitzschlag auftreten, die kleine Spitze überhaupt nicht mehr als Ausgangspunkt der Entladung genommen werden kann, sondern die ganze Metallfläche; daher ist den Plattenblitzableitern der Vorzug zu geben.

Um den Übelständen aus dem Wege zu gehen, welche abgeschmolzene Metallteile bei den Plattenableitern durch Kurzschlufs bedingen, wird mit Vorteil an Stelle des Metalles Kohle als Material verwandt. Selbstverständlich mufs dieselbe vorzüglich sein, darf nicht abbröckeln.

Weitere Blitzableiter enthalten drahtförmige Ableiter, und stellen

sich somit als Umgebung der Leitung selbst mit der zur Erde abgeleiteten Elektrode dar (Fig. 5). So wird mit Vorteil bei unterseeischen Kabeln der Ableiter von Sannders verwandt. Mit der Linienleitung L_1 ist ein Draht s verbunden, welcher sich in einem zur Erde abgeleiteten Metallzylinder a_1, m a_2 befindet. Von den Enden des letzteren reichen noch querstehende Spitzen bis dicht an den Draht heran. An den anderen Enden steht s durch d in Verbindung mit den Telegraphenapparaten L_2. Eine an dem Ende des Drahtes d angebrachte Unterbrechungsvorrichtung d bewirkt, dafs bei zu starker Erwärmung des Drahtes durch Schmelzen eines Lotes eine Abschaltung der Linie von den Apparaten erfolgt.

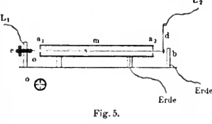


Fig. 5.

Umgekehrt ist bei dem Spiralblitzableiter der Telephonämter ein dünner Draht isoliert um einen zur Erde abgeleiteten Kern gewickelt. Bei einer starken atmosphärischen Entladung tritt Übergang der Ladung zum Kern und gleichzeitig durch Schmelzen des Drahtes Kurzschlufs zur Erde, also Verbindung der Leitung mit der Erde ein, so dafs die Entladung der Linie nicht mehr durch den Apparat, sondern direkt nach der Erde erfolgt.

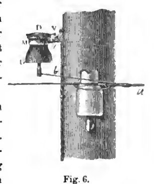


Fig. 6.

Solche Blitzableiter werden in den Ämtern vor den Apparaten und an verschiedenen Leitungsstangen eingeschaltet. In dem letzten Falle geschicht die Verbindung mit der zu schützenden Leitung indessen in einer Art, welche Bedenken erweckt. Diese Bedenken richten sich auch in gleicher Weise gegen die gebräuchliche Einschaltung der nachher zu besprechenden Starkstromblitzableiter.

Die Platten der Stangenblitzableiter bilden nämlich keinen Teil der Leitung, sondern sind in Nebenschlufs an diese angeschaltet, wie Fig. 6 zeigt. Von der Linienleitung a zweigt ein Draht b zu der einen Platte eines Plattenblitzableiters ab, dessen andere über V zur Erde abgeleitete Platte der Verschlufsdeckel D ist. Die Schutzhülle G be-

steht aus Porzellan, um das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen den beiden Platten zu verhindern. Diese Feuchtigkeit würde den Telegraphierstrom zur Erde ableiten.

In dieser Abzweigung des Blitzableiters von der zu schützenden Linienleitung liegt das Fehlerhafte.

Es geht das aus einem Vergleich mit einer Wasserströmung hervor, die wenigstens den Hauptzügen nach ein gutes Bild der elektrischen Strömung gibt.

Zweigt von einem Hauptkanal a a (Fig. 7) ein Zweigkanal b ab, so wird nach dem Eintritt einer stationären Strömung ein Teil der Wassermenge durch b Abflufs finden, entsprechend den Querschnitten und Gefällen in den beiden Kanälen a und b. Ganz anders, wenn plötzlich eine Wassermenge mit grofser Geschwindigkeit in den Kanal a einfällt. Der Seitenkanal nimmt von dieser zunächst nur wenig auf. Oder es wird der ruhig dahinfliefsende Strom bei der Biegung d in dem Flufsbette c die Dämme bei d nicht verletzen. Erfolgt indessen ein plötzlicher Wassereinbruch, so liegt trotz des seitlichen offenen Flufsbettes die Gefahr des Dammbruchs bei d vor.

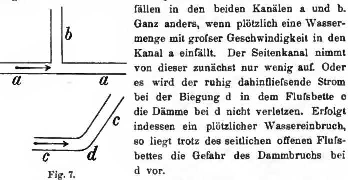


Fig. 7.

Gleiche Verhältnisse bestehen bei der Wirkung der Ableiter. Liegen dieselben in einer Nebenschaltung, so gelangt nicht die ganze Ladung in sie hinein, welche die Leitung bei einem plötzlichen Stromstofs aufzunehmen hat.

Liegt aber der Ableiter direkt in der Leitung, so erfolgt der gewünschte Dammbruch, die Entladung zur Erde, entsprechend der zuletzt genannten Analogie. Daher scheint es auch richtiger zu sein, die Plattenblitzableiter an Leitung und Apparat zu schalten, wie es bei dem Ableiter nach Fig. 8 geschieht. Hier trifft der Zuleitungsdraht senkrecht auf die Platte und senkrecht zu der letzteren, aber entgegengesetzt zum ersteren geht die Ableitung zum Apparat.

Um den elektrischen Dammdurchbruch zur Erde zu befördern, wird der Widerstand, welchen auch die elektrische Strömung einer solchen Richtungsänderung entgegensetzt, benutzt, indem zwischen den Blitzableiter und die zu schützenden Apparate spiralförmig aufgewundene Drähte eingeschaltet werden, welche die Entladung durchkreisen mufs, ehe sie zu den Apparaten kommt. Man nennt die-

selben Selbstinduktionsspulen, und den eigentümlichen grofsen Widerstand, welchen dieselben plötzlichen Entladungsstöfsen entgegensetzen, den Widerstand der Selbstinduktion. Dieser scheinbare Widerstand rührt in Wirklichkeit her von einer elektromotorischen Gegenkraft, welche in den Windungen der Spule bei solchen plötzlichen Störungen hervorgerufen wird.

Umgekehrt mufs in dem Ableiter und seiner Verbindung zur Erde möglichst wenig Selbstinduktion, also möglichst wenig Krümmung vorhanden sein.

Aufser dem vorhergenannten Fehler bei manchen Blitzableiterschaltungen tritt noch ein anderer auf, der fast alle Anlagen trifft, auch die nachher zu besprechenden Starkstromblitzableiter. Auch für diese möge auf eine Analogie mit der Wasserströmung hingewiesen werden. Will man Wassermassen von gefährdeten Gebieten ableiten, so sticht man oft an anderer Stelle einen Damm durch. Eine kleine Öffnung genügt aber nicht; dieselbe mufs entsprechend grofs gewählt werden. Gerade so mufs die Stelle, von welcher der Durchbruch der auf der Linie ankommenden Ladung zur Erde erfolgen soll, eine hinreichende Ausdehnung haben; es mufs, um den technischen Ausdruck zu gebrauchen, der Blitzableiter hinreichende Kapazität besitzen. Man hat es bei der Blitzentladung nicht mit Ausgleich von Funken von enger Begrenzung zu tun, sondern mit Funkenstrecken von Durchmessern bis zu Metern. Da dürfen nicht die Entladungsverhältnisse mit unseren Elektrisiermaschinen zugrunde gelegt werden.

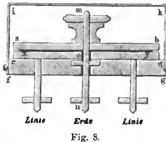


Fig. 8.

Starkstromableiter.

Die Starkstromableiter haben neben der Aufgabe, die Entladungen der atmosphärischen Elektrizität abzufangen, noch die, den darauffolgenden Kurzschlufs des Starkstroms selbst aufzuheben. Denn wenn ein starker Funke zwischen der Leitungsplatte und der Erdplatte eines Blitzableiters überspringt, wie das bei der Tätigkeit des letzteren geschieht, so bildet die hierdurch erwärmte Luft eine Lücke zwischen beiden Platten, auf welcher auch die gewöbnlichen elektriscben Spannungen der Betriebe einen Ausgleich finden. Der Strom wird somit hierhin abgelenkt. Es ist für den Nutzstrom Kurzschlufs eingetreten.

Für den genannten Zweck sind eine grofse Zahl von Vorrichtungen ersonnen, die von den verschiedensten Gesichtspunkten ausgehen. Über die Zweckmäfsigkeit der letzteren kann zunächst nur die Erfahrung Aufschlufs geben.

Als einfaches Mittel, den Kurzschlufs zu vermeiden, wurde die Vervielfältigung der Funkenzahl im Blitzableiter genommen, so dafs die Spannung des Nutzstromes diese Funkenstrecken auch nach Vorbereitung derselben durch den Blitzschlag nicht zu überbrücken vermag. Es ist das bei den Plattenblitzableitern durch Aufeinanderschachtelung mehrerer Platten geschehen, zwischen je zwei liegt also eine Funkenstrecke. In der Praxis haben sich diese Ableiter nicht bewährt. Wenn auch der Kurzschlufs vermieden wird, so war der Ableiter nicht imstande, die auf der Linie sich bildende Spannung ganz auszugleichen, so dafs vielfach die hinter dem Ableiter liegenden Maschinen und Apparate zerstört sind.

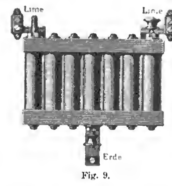


Fig. 9.

Eine besser wirkende Abart dieser bildet der Rollenblitzableiter (Fig. 9), der darauf beruht, dafs ein zwischen gewissen Metallen, z. B. Zink, Aluminium, überschlagender Funke selbst einen so hohen Widerstand auf dieser Strecke schafft, dafs ein zweiter Funke sehr viel schwerer übergeht. Der Grund für den sich entwickelnden Widerstand ist noch nicht klargestellt. Angenommen wird, dafs sich ein nichtleitender Überzug von Aluminiumoxyd bildet. Das könnte aber nur an der einen Stelle des Funkenüberganges sein, die anderen Stellen müfsten dann den Durchgang noch gestatten.

Es werden je nach den Betriebsspannungen mehrere solcher Rollen hintereinander geschaltet. Diese Ableiter scheinen besonders in Amerika in Gebrauch zu sein. Auch bei uns haben sie sich in Wechselstromanlagen bewährt, in Gleichstromanlagen weniger.

Sehr ausgedehnte Verbreitung haben zur selbständigen Aufhebung des Kurzschlusses die elektromagnetischen Funkenlöscher gefunden. Ein Teil solcher Apparate beruht darauf, dafs der Kurzschlufs durch eine Drahtspule mit beweglichem Eisenkern geleitet wird und durch die Wirkung der letzteren die Platten, zwischen denen der Kurzschlufsfunken sich bildet, so weit voneinander entfernt werden, dafs der

Kurzschlufs nicht mehr unterhalten werden kann. (Siehe Figur 10 und 11). Dabei ist es vorteilhaft, die Platten in Öl zu legen, wodurch die Geschwindigkeit des Abreifsens ganz wesentlich vergröfsert wird. Fig. 11 zeigt in d den Ölbehälter. Man darf hierbei die Drahtspule nicht direkt in die Leitung legen, weil sonst der indukte Widerstand, d. i. der besondere Widerstand durch Selbstinduktion, s. S. 445, der Entladung zur Erde hinderlich sein würde. Es müssen die Windungen an eine Abzweigung gelegt werden, nach Fig. 10, damit die Hauptentladung zur Erde daran vorbeigehen kann.

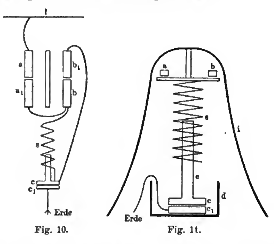


Fig. 10. Fig. 11.

Diese Art der Ableiter hat sich in der Praxis besser als die Plattenblitzableiter bewährt, indessen nur für niedrige Spannungen im elektrischen Betriebe. Sie werden allerdings leicht zerstört. So wurden in Rottenburg im vergangenen Jahre 16 Stück unbrauchbar, während die darauf eingeführten magnetischen Funkenlöscher der zweiten Art seither keinen Schaden erlitten haben.

Diese beruhen auf einer direkten Einwirkung des durch den Kurzschlufs erzeugten magnetischen Feldes auf die Bahn des Kurzschlufsfunkens. Die von dem Eisen eines Magnets ausgehenden magnetischen Kraftlinien bewegen den Funken genau wie jeden anderen Leiter. Da aber die Ansatzstellen des Funkens an den Orten, wo dieser sich bildet, gegeben sind, so mufs die Bewegung mit einer Verlängerung des Funkens verbunden sein, wobei schliefslich der Funken abreifsen mufs, weil die Betriebsspannung nicht ausreicht, einen

Funken von der gesteigerten Länge zu unterhalten. Der Funken wird von dem Magneten ausgeblasen, weshalb dieser Magnet Blasmagnet genannt wird.

Fig. 12 zeigt eine Form solcher Ableiter. Zwischen den Stücken 1, 1, 3, 4 entsteht der Kurzschlufsfunken, welcher von dem Elektromagneten A, den zugespitzten Kanten der Stücke 1, 2, 3, 4 entlang nach obsn gestofsen wird. Diese Stücke 1, 2, 3, 4 werden gewöhnlich hornartig ausgeführt, wie Fig. 13 zeigt. Daher der Name Hörnerblitzableiter.

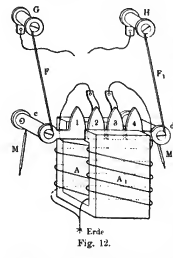


Fig. 12.

Auch ohne magnetische Funkenlöschung wird bei dissen Hörnern ein Aufwärtsbewegen des Funkens, eine Verlängerung der Funkenbahn erzislt, teils durch Aufsteigen der erwärmten Luft, teils durch elektromagnetische Wirkung. Fig. 14 zeigt das Bild eines hieraut beruhenden Ableiters von Siemens u. Halske. Es wsrden bei demselben zwei starke Drähte einander entgegen, dann zunächst einander parallel, und darauf scharf abbiegend gegeneinander weitergeführt, der eine Draht ist mit der Leitung, der andere mit der Erde verbunden. Die Entfernung der beiden Leiter voneinander kann geändert werden. Gewöhnlich beträgt sie an der engsten Stelle 1 m. Von allen Formen schsinen sich diese Hörnerblitzableiter am meisten bewährt zu haben, wenigstens nach Angaben aus Deutschland.

Ein schwerwiegender Übelstand liegt darin, dafs Schnee, Rsgen, Staub vielfach direkte Verbindung der beiden Drähte herstellt und dadurch auch ohne Blitzschlag Kurzschluss für den Betriebsstrom bewirkt. Daher denkt man jetzt an das Einbauen dss Apparatss in einen Verschlusskasten.

Bei der Einschaltung aller Ableiter für Starkströme wird der S. 444 hervorgehobene Fehler gemacht, dass dieselben in einem Nebenschlufs liegen. Damit verbindet sich, dafs die Aufnahmefläche für die elektrische Entladung, die sogenannte Kapazität, durchweg klein ist. Es werden diese beiden Umstände wohl der Grund dafür sein, dafs bei

jeder der genannten Formen von Ableitern doch in einzelnen Fällen Versagen des Schutzes zu beklagen war.

Dafs wirklich die Beachtung der beiden Punkte einen sicheren Schutz bedingen kann, dafür dürfte als Beispiel die elektrische Anlage des Nordostseekanales herangezogen werden. Hier besteht die Blitzsicherung in einem Stacheldraht, welcher längs des Betriebskabels ausgespannt und alle 200 m mit der Erde verbunden ist. Mithin erfolgt hier die Entladung direkt von der Linienleitung und auch von grofser Oberfläche aus. Beschädigungen der Lampen oder Maschinen durch Blitzschlag sind bisher nicht vorgekommen, vielmehr nur kleine Beschädigungen der Kabel.

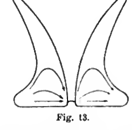


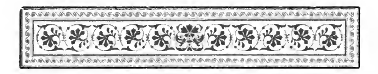
Fig. 13.



Fig. 14.

Solche Erfahrungen bilden den besten Lehrmeister für die Wege, welche bei der Anordnung des Ableiters zu gehen sind. Dank der Initiative des Berliner elektrotechnischen Vereins ist es gelungen, eine Sammelstelle für die Erfahrungen der Praxis zu gründen, die schon in ihrer kurzen zweijährigen Tätigkeit sehr wichtige Ergebnisse ziehen konnte. Die Hoffnung erscheint nicht zu kühn, dafs durch das Zusammenarbeiten der Beteiligten für die Schwach- und Starkstromleitungen mit der Zeit ein ebenso sicherer Schutz gefunden wird, wie solcher in den Gebäudeblitzableitern vorliegt.





Klima und Gletscher.

Von Professor Dr. R. von Lendenfeld in Prag.

Die Bildung und das Wachstum der Firne und Gletscher hängen von der Menge des fallenden Schnees und der Gröfse der Verluste ab, die sie durch Abschmelzung und Verdunstung erleiden. Überwiegt der in fester Form fallende Teil des jährlichen Niederschlages den jährlichen Verlust, so entsteht ein dauerndes Schneefeld. Der Schnee, aus dem es besteht, verwandelt sich allmählich in Firn und der Überschufs des Zuwachses wird in Gestalt von Gletscherzungen in Gebiete überwiegenden Verlustes vorgeschoben. Kommt der jährliche Verlust dem jährlichen Zuwachse gleich, so wird der gefallene Schnee immer wieder beseitigt, und es findet keine Anhäufung desselben, keine Firn- und Gletscherbildung statt. Das Gebiet überwiegenden Zuwachses nennt man die Schneegerion und die Grenze desselben die Schneegrenze.

Der Zuwachs, die Menge des jährlich als Schnee fallenden Niederschlages, wird umso bedeutender sein, je niedriger die Temperatur, je feuchter die Luft und je gröfser die vertikale Ablenkung der Winde ist; der Verlust hingegen wird mit der Wärme und der Trockenheit zunehmen.

Da die Luft nur in sehr geringem Grade unmittelbar durch die Sonnenstrahlung, hauptsächlich aber von dem durch die Sonne erhitzten Boden erwärmt wird, nimmt die Temperatur mit zunehmender Höhe ab. Ferner findet eine Temperaturabnahme vom Äquator gegen die Pole hin statt, weil die Meere und Länder gegen Norden und Süden immer schiefer und schwächer von der Sonne bestrahlt werden. Wäre die Erdoberfläche glatt und überall aus demselben Material aufgebaut, so würden diese Umstände zur Folge haben, dafs die Wärme überall gleichmäfsig von der Tiefe gegen die Höhe und von den Tropen gegen die Pole abnimmt. Die Erdoberfläche ist jedoch weder glatt noch überall von gleicher Beschaffenheit. Sie besteht zum Teil aus Landflächen, zum Teil aus Wasser, die Landmassen

sind sehr ungleichmäſsig verteilt, und die vertikale Gliederung der vielgestaltigen Kontinente und Inseln ist überaus mannigfach. Diese Unregelmäſsigkeiten haben Unregelmäſsigkeiten in der Temperaturabnahme mit der Höhe und gegen die Pole hin im Gefolge.

Der Wechsel von Land und Meer und der unregelmäſsige Verlauf der Küsten beeinträchtigt die Stetigkeit der Abnahme der mittleren Jahrestemperaturen gegen die Pole hin, weil dadurch die ozeanischen Strömungen gewissermaſsen zersplittert, Zweige des warmen Stromes polwärts und Zweige der kalten Ströme äquatorwärts abgelenkt werden. Ein solcher abgelenkter Stromzweig ist der Golfstrom, welcher eine bedeutende Erhöhung der mittleren Temperatur der von ihm berührten Gebiets verursacht.

Die Stetigkeit der Temperaturabnahme mit der Höhe wird durch die Unregelmäſsigkeit der vertikalen Gliederung der Erdoberfläche beeinträchtigt. Sie ist in der freien Atmosphäre und an schmalen, steil aufragenden Gebirgen, wie z. B. den neuseeländischen Alpen, rascher als an den sanfteren Abhängen weit ausgedehnter Tafelländer.

Bezüglich der Einwirkung der Temperatur auf die Gletscherentwickelung ist hervorzuheben, daſs die Stärke und Dauer der Kälte, das heiſst der unter Null Grad liegenden Temperaturen, die Gletscherentwickelung kaum merklich fördern kann, daſs diese jedoch durch die Stärke und Dauer der Wärme, das heiſst durch die über Null Grad liegende Temperatur wesentlich beeinträchtigt wird. In einem gleichmäſsigen Klima, wo die Temperaturunterschiede der Jahreszeiten gering, die Winter milde und die Sommer verhältnismäſsig kühl sind, wird die Temperatur unter sowohl als über Null Grad geringer als in einem Klima mit gleicher mittlerer Jahrestemperatur sein, wo die Wärmeunterschiede der Jahreszeiten gröſser, die Winter kalt und die Sommer heiſs sind. Da nun, wie erwähnt, die Temperatur unter Null das Gletscherwachstum nicht fördert, wohl aber die Temperatur über Null die Eismassen abschmilzt und die Menge des in fester Form fallenden Niederschlages herabsetzt, wird — bei gleich bleibender jährlicher Mitteltemperatur — die Gletscherentwickelung um so mehr begünstigt werden, je gleichmäſsiger das Klima ist.

Die Unregelmäſsigkeiten der Erdoberfläche gehen nicht nur zu den oben erwähnten Unregelmäſsigkeiten in der Temperaturabnahme mit der Höhe und der Polnähe, sondern auch, und zwar in noch weit höherem Maſse, zu Unterschieden in dem Grade der Ungleich-

mäfsigkeit des Klimas Anlafs. Das Wasser wird im Sommer durch die Besonnung viel weniger stark erwärmt und im Winter durch Ausstrahlung viel weniger stark abgekühlt ale das Festland. Wo grofse Wasserflächen sich ausbreiten, sind daher die Winter milde und die Sommer kühl, die jährlichen Wärmeschwankungen geringe, die Temperaturverhältnisse ozeanisch. Inmitten der Kontinente hingegen sind die Winter streng, die Sommer heifs, die jährlichen Wärmeschwankungen grofs, die Temperaturverhältnisse kontinental.

Hieraus ergibt sich, dafs die Temperaturverhältniese kleiner, fern von den Kontinentalmassen liegender Inseln gleichmäfsige, ozeanische sein werden, dafs an den Küsten grofser Länder ebenfalls eine mehr gleichmäfsige Wärme herrschen wird und dafs die jährlichen Temperaturschwankungen von den Küsten gegen das Innere der Kontinente hin zunehmen werden. Europa bildet den westlichen Randteil des eurasischen Kontinentes, und wir wissen, dafs an den Westküsten von England und Irland die Winter milde und die Sommer kühl sind und dafs nach Osten gegen das Innere hin der Temperaturunterschied zwischen diesen Jahreszeiten immer gröfser wird.

Die Feuchtigkeit ist insofern von der Temperatur abhängig, als die Luft um so mehr Wasserdunst aufzunehmen und zu halten vermag, je wärmer sie ist. Die Luftfeuchtigkeit ist demgemäfs in den Tropen im allgemeinen am gröfsten und nimmt von hier gegen die Pole hin ab. Die Feuchtigkeit ist aber auch von der Beschaffenheit der Erdoberfläche abhängig, sie ist über dem Meere gröfser als über dem Festlande und wird auch, wie die Mitteltemperatur und die jährliche Wärmeschwankung, durch die Anordnung der Kontinente und Ozeane beeinflufst. Wo ein warmer Meerstromzweig in höhere Breiten vordringt, ist sie gröfser als an anderen, unter derselben geographischen Breite liegenden Orten; auf kleinen landfernen Inseln ist sie gröfser als auf den Kontinenten, und auf letzteren nimmt sie von der Küste gegen das Innere ab.

Vertikale Ablenkungen der im allgemeinen horizontal wehenden Winde werden durch Erwärmung und Abkühlung der Luft sowie durch die Unregelmäfsigkeiten der Oberflächen bewirkt, über welche der Wind hinweht. Die Erwärmung der Luft in den Tropen und über sonnenbestrahlten Landmassen auch aufserhalb derselben veranlafst ein Leichterwerden und Emporsteigen. Die Abkühlung der in grofser Höhe vom Äquatorialgebiete über dem Passat zu den Polen zurückströmenden Luft hat zur Folge, dafs diese sich ver-

dichtet, schwerer wird und in der gemäfsigten Zone zum Erdboden herabsteigt. Der an einen Berg- oder Plateauabhang herankommende Wind wird durch diesen zum Ausweichen nach oben gezwungen und so nach aufwärts abgelenkt. Anderseits wird oft auch beobachtet, dafs ein über ein Gebirge oder Tafelland hinwehender Höhenwind, am Rand der Erhebung angelangt, in die Tiefe hinabsteigt.

Diese vertikalen Luftbewegungen haben Temperaturveränderungen der Luft zur Folge, sei es, dafs sie zur Mischung verschieden warmer Luftschichten Anlafs geben, sei es, dafs die beim Emporsteigen erfolgende Ausdehnung eine Abkühlung, und die beim Herabsinken erfolgende Zusammendrückung eine Erwärmung bewirkt. Durch die Abkühlung wird die Fähigkeit der Luft, Wasserdunst zu halten (ihre Feuchtigkeitskapazität), herabgesetzt, durch Erwärmung wird dieselbe erhöht. Aufsteigende Luftbewegungen, die zu einer Abkühlung führen, werden daher Ausscheidung von Wasserdunst in flüssiger oder fester Form, der dann als Regen oder Schnee herabfällt, zur Folge haben. Absteigende Luftbewegungen aber, welche zu einer Erhöhung der Temperatur führen, werden keine Niederschlagsbildung veranlassen.

Wie die Feuchtigkeit nimmt ganz im allgemeinen auch die Niederschlagsmenge vom Äquator gegen die Pole und vom Weltmeer gegen die mittleren Teile der Kontinente hin ab. In der gemäfsigten Zone sind die Regen bringenden Winde in der Regel Teile der von den Tropen zurückkehrenden Luftströmung, die sich anfangs in grofser Höhe über den Passatwind hinweg bewegt, hier in der gemäfsigten Zone aber, wie oben erwähnt, zur Tiefe hinabsinkt. Der Erddrehung wegen erscheinen diese vom Äquator kommenden Luftströmungen in den gemäfsigten Zonen als westliche Winde. Kommt ein solcher Wind, nachdem er bis zur Erdoberfläche herabgestiegen ist, an eine Landmasse heran, so wird er durch diese zu einer Bewegung nach oben gezwungen, welche so lange anhält, bis der Wind den höchsten Teil des Kontinents erreicht hat. Bei diesem Ansteigen wird die Luft ausgedehnt und abgekühlt, so dafs sie viel Feuchtigkeit fallen lassen mufs. Die Menge des solcherart erzeugten Niederschlages wird im allgemeinen dort am gröfsten sein, wo die (westliche) Abdachung des Kontinents am steilsten ist und der Aufstieg der Luft am raschesten erfolgt. Während des Hinaufwehens über die Westabdachung der Landmasse eines ungewöhnlich grofsen Teiles ihrer Feuchtigkeit beraubt, läfst die Luft jenseits der Höhe, im Osten, nur mehr wenig Schnee und Regen fallen. Deshalb

sind die westlichen Abhänge der Gebirge und Tafelländer niederschlagsreicher als die Ostabhänge, und deshalb nimmt auf grofsen Kontinenten die Niederschlagsmenge im allgemeinen von Westen nach Osten ab.

Von dem jährlichen Niederschlage fällt ein um so gröfserer Teil als Schnee herab, je länger die Temperatur unter Null ist. In den Polargebieten, namentlich in den südlichen, ist die Temperatur so niedrig, dafs der gesamte Niederschlag, auch der im Hochsommer unten am Meeresspiegel fallende, Schnee ist. In den Tropen schneit es nur in sehr bedeutenden Höhen, von 3500—4500 Meter aufwärts. In den zwischen diesen Extremen liegenden Zonen fällt je nach der geographischen Breite, der Meereshöhe, der Jahreszeit und den besonderen örtlichen Verhältnissen ein gröfserer oder geringerer Teil des jährlichen Niederschlages als Schnee herab.

Wir wollen nun untersuchen, wie die Gletscherentwickelung in den verschiedenen Erdteilen durch diese Verhältnisse beeinflufst wird.

Was zunächst die Temperaturabnahme mit zunehmender Höhe und Polnähe anlangt, so bemerken wir, dafs dieser entsprechend im allgemeinen in den Tropen die Schneegrenze am höchsten liegt und die Gletscher am kleinsten sind, und dafs von hier aus gegen die Pole hin die erste immer tiefer herabsteigt und die letzten immer gröfser werden. Zwischen 20° südl. und 20° nördl. Breite liegt die Schneegrenze in Höhen von 4280 Meter (am Orizaba in Nordamerika) bis 5920 Meter (am Sajame in Südamerika). In der nördlichen Halbkugel nimmt von hier aus die Höhenlage der Schneegrenze erst — bis zum 40sten Breitengrade — allmählich dann, zwischen 40° und 50° sehr rasch, und hierauf zwischen 50° und 90° wieder ganz allmählich ab. Unmittelbar bis zum Meeresspiegel steigt im Norden die Schneegrenze nicht herab; sie liegt selbst unter 82° nördl. Breite, auf Franz Josefs-Land, immer noch 100—300 Meter über dem Meere. Auf der Südhalbkugel wird ebenfalls erst eine allmähliche, dann eine rasche und hierauf wieder eine allmähliche Abnahme der Höhe der Schneegrenze gegen den Pol hin beobachtet; doch liegt hier die durch die rasche Abnahme gebildete Stufe dem Äquator um etwa 10° näher als im Norden, und in der Antarktis steigt die Schneegrenze bis zum Meeresspiegel herab.

Die Erwärmung durch polwärts gerichtete warme Meeresstromzweige kommt nicht in einem Ansteigen der Schneegrenze oder einem Kleinerwerden der Gletscher zum Ausdruck, weil dieser Faktor durch die von solchen Stromzweigen zugleich mit der

Temperaturerhöhung hervorgerufene Erhöhung der Feuchtigkeit und Niederschlagsmenge aufgehoben, häufig sogar in die gegenteilige Wirkung, in ein Herabsteigen der Schneegrenze und eine Vergröfserung der Gletscher verwandelt wird.

Um so deutlicher kommt bei der Gletscherentwickelung die Wirkung des Unterschiedes zwischen grofsen und kleinen jährlichen Wärmeschwankungen, kontinentalen und ozeanischen Temperaturverhältnissen zum Ausdruck. Auf der Nordhalbkugel, wo die Landmassen einen grofsen Raum einnehmen, herrschen im allgemeinen mehr kontinentale, auf der Südhalbkugel, wo die Landflächen verhältnismäfsig klein sind, mehr ozeanische Temperaturverhältnisse. Während auf der Nordhalbkugel zwischen dem 40sten und 50sten Breitengrade die Schneegrenze 1590 (Mount Baker in Nordamerika) bis 3810 Meter (Kaukasus) über dem Meere liegt, wird sie in denselben südlichen Breiten in Höhen von 300 (Kergueleninseln) bis 2380 Meter (Nordinsel von Neuseeland) angetroffen. Auch die oben erwähnte Tatsache, dafs in hohen südlichen Breiten die Schneegrenze bis zum Meere herabsteigt, während das im nördlichen Polargebiet, vermutlich nicht einmal am Pol selbst, der Fall ist, wird zum Teil auf jenen klimatischen Unterschied der beiden Hemisphären zurückzuführen sein. Und ebenso wie in der Antarktis die Schneelinie tiefer als in der Arktis liegt, ist auch die Gletscherentwickelung im südlichen Polargebiete eine viel bedeutendere als im nördlichen. Während man im Norden fast überall ohne besondere Schwierigkeiten bis zum 70sten Breitengrade vordringen kann, das Meer im Sommer stellenweise bis zum 80sten Grade offen ist, und nur vom Winde hin und her gewehtes Packeis und von Landgletschern stammende Eisberge auf dem Wasser schwimmen, hemmen im Süden zumeist schon zwischen 65° und 68° südl. Breite, nur zwischen dem Viktoria- und Edwardslande erst bei 78°, hohe Eismauern das Vordringen der Schiffe, und mächtige, fast gar nicht bewegliche Gletschermassen bedecken in gleicher Weise Meer und Land.

Die Gleichmäfsigkeit der Temperaturverhältnisse und der Reichtum an Niederschlägen ozeanischer Gebiete bedingen eine tiefe Lage der Schneegrenze und eine mächtige Entwickelung der Gletscher auf aufsertropischen, landfern im Weltmeer gelegenen, gebirgigen Inseln; die Ungleichmäfsigkeit der Temperaturverhältnisse und die Armut an Niederschlägen kontinentaler Gebiete dagegen eine hohe Lage der Schneegrenze und eine geringe Entwickelung der Gletscher auf Gebirgen, welche aus dem mittleren Teile grofser Landmassen empor-

ragen. Dies kommt aufs deutlichste zum Ausdruck, wenn wir die neuseeländischen Alpen mit dem Tien Shan vergleichen. Beide sind ungefähr 43° vom Äquator entfernt. In dem ersten, mitten im Weltmeere aufragenden Gebirge liegt die Schneegrenze durchschnittlich 2000 Meter hoch, und ist die Gletscherentwickelung, trotzdem die Berge dort (in der Aorangigruppe) nur wenig über 3000 Meter ansteigen, sehr bedeutend. Der gröfste Gletscher ist 28 Kilometer lang und der tiefstgehende reicht bis 213 Meter über das Meer herab. In dem letzten, dem mittleren Teile des eurasischen Kontinentes entragenden Gebirge, liegt die Schneegrenze durchschnittlich 4500 Meter hoch, und ist die Vergletscherung, trotzdem, dafs die Haupterhebung des Tien Shan (im Chan Tengri) bis über 7000 Meter ansteigt, gering. Der gröfste Gletscher ist nur 24 Kilometer lang und der tiefstgehende reicht nur bis zu einer Höhe von 3300 Meter herab. Wir haben also hier in Gebieten derselben geographischen Breite Höhenunterschiede der Schneegrenze von 2500 und der Lage der Gletscherstirnen von 2100 Meter.

In einer ähnlichen, aber etwas weniger auffallenden Weise kommt auch die Zunahme der Temperaturschwankungen von der Küste gegen das Innere der Kontinente und die Abnahme der Niederschlagsmenge auf den einzelnen Landmassen von Westen nach Osten in Unterschieden der Höhe der Schneegrenze und der Gröfse der Gletscher zum Ausdruck. Am Westende des mediterranen Gebirgssystems, in der Nähe des Atlantischen Ozeans, am Nordabhange der Pyrenäen liegt die Schneegrenze unter 43° nördl. Breite in einer Höhe von 2800 m; gegen das Innere von Eurasien nach Osten hin steigt sie — in derselben geographischen Breite — immer höher, im Kaukasus zu 3810 und im Tien Schan, wie erwähnt, zu 4500 m empor. Der Einflufs des Umstandes, dafs die Niederschlagsmenge auf jener Seite eines Gebirges, an welcher die Schnee und Regen bringenden, vom Äquator kommenden, westlichen, in der Nordhemisphäre südwestlichen, in der Südhemisphäre nordwestlichen Winde emporwehen, gröfser als an der entgegengesetzten Seite, an welcher sie herabwehen, ist, veranlafst es, dafs vielerorts die Schneegrenze am (wärmeren) Äquatorialwesthang tiefer als am (kälteren) Polarostabhang liegt. Am Sulitelma in Norwegen liegt die Schneegrenze an der Westseite 1000, an der Ostseite 1300 m; in der Aorangigruppe in Neuseeland am Nordwestabhange 1850, am Südostabhange 2100 m über dem Meere.

Steile Abhänge veranlassen bedeutendere und plötzlichere Ablenkungen der horizontalen Winde in vertikaler Richtung als gleich

hohe, sanft geneigte. Diese und die raschere Temperaturabnahme mit der Höhe in schmalen Hochgebirgen hat zur Folge, dafs im allgemeinen die Schneegrenze in solchen tiefer als auf gleich hohen Tafelländern liegt. Da sich jedoch die Gletscher auf breiten Hochflächen viel besser als in schmalen, zerrissenen Gebirgen entwickeln können, führt dieses Verhältnis nicht dazu, dafs die Gletscher schmaler Gebirge gröfser als jene von Landschaften sind, die einen mehr plateauartigen Charakter besitzen.

Wenn wir nun diese Verhältnisse überblicken, so kommen wir zu dem Schlusse, dafs die Gletscherentwickelung zwar wohl von der Temperatur abhängt und, der allgemeinen Verteilung der Wärme auf der Erdoberfläche entsprechend, vom Äquator gegen die Pole hin zunimmt, dafs sie aber auch im ausgedehntesten Mafse von dem Grade der jährlichen Wärmeschwankung und der Feuchtigkeit beeinflufst wird, also von Umständen, die zum grofsen Teile durch die Verteilung des Wassers und des Landes und die Gestaltung des letzteren bedingt werden.

Es weicht aber die Höhenlage der Schneegrenze nicht nur infolge des Einflusses der Unregelmäfsigkeit der Erdoberfläche vielerorts beträchtlich von jener ab, die sie der geographischen Breite gemäfs haben sollte, sondern sie ist auch an ein und demselben Orte bedeutenden Schwankungen unterworfen, die dann — verstärkt — in Schwankungen der Höhenlage der Gletscherenden zum Ausdruck kommen. Es ist allgemein bekannt, dafs die Lage der Enden unserer Alpengletscher nicht unverändert bleibt, sondern fortwährenden Schwankungen unterworfen ist. Die Eisströme pflegen eine Reihe von Jahren hindurch mehr oder weniger stetig zurückzugehen, um dann wieder vorzurücken. Diese Gletscherschwankungen der Jetztzeit scheinen periodisch stattzufinden und dürften — zum Teil wenigstens — der Brücknerschen 35 jährigen Periode entsprechen. Ob in früheren Jahrhunderten der letzten zwei Jahrtausende gröfsere Veränderungen der Eisströme als die in neuerer Zeit beobachteten stattgefunden haben, läfst sich schwer sagen, denn es gibt wohl auf solche im Altertum und Mittelalter stattgefundene Schwankungen hinweisende Überlieferungen und Befunde, aber diese haben der Kritik kaum standzuhalten vermocht.

Weit gröfseren Schwankungen als jenen der Jetztzeit sind die Gletscher der Vorzeit unterworfen gewesen. Es ist bekannt, dafs in vorhistorischer Zeit beträchtliche Teile von Europa und Nordamerika mit Gletschern bedeckt waren. Dänemark, Norddeutschland, Nord-

rufsland, Schottland, Nord- und Mittelengland, Kanada und die nördlichen Vereinigten Staaten lagen damals unter mehr oder weniger zusammenhängenden Eisdecken hegrahen. Gleichzeitig erfüllten mächtige Gletscher die Hauptthäler unserer Alpen und hreiteten sich weit über die Vorlande aus. Auch die Gletscher andrer Gebirge der Nordhalbkugel waren zu jener Zeit gröfser als jetzt. Die Untersuchung der von den vorhistorischen Gletschern zurückgelassenen Spuren hat gezeigt, dafs damals die Gletscher nicht etwa stetig his zu ihrer gröfsten Ausdehnung angewachsen und dann wieder zurückgegangen sind, sondern dafs Perioden mächtiger Gletscherentwickelung mit solchen abwechselten, in denen das Klima milder und die Gletscher klein waren, kleiner vielleicht als jetzt. Penck und Brückner haben nachgewiesen, dafs im Gehiete der europäischen Alpen vier durch solche milde, eisarme Perioden getrennte Zeiten starker Gletscherentwickelung aufeinander gefolgt sind und dafs die Ausdehnung, welche die Alpengletscher in diesen vier Eiszeiten erlangten, ungleich grofs war. Zur Zeit der gröfsten Gletscherentwickelung reichte die nordeuropäische Eisdecke his zum 50. Grad nördlicher Breite, die nordamerikanische vielleicht noch weiter nach Süden, und die gröfsten Eisströme der Alpen erlangten Dimensionen von 3000 (Inngletscher) his 5000 (Rheingletscher) Quadratkilometern.

Aus diesen Ergehnissen hahen manche den Schlufs gezogen, dafs zu der Zeit maximaler Gletscherentwickelung die ganze nördliche Halhkugel einer Vergletscherung ausgesetzt gewesen sei, derart, dafs eine zusammenhängende Eiskappe alle nördlich vom 50.° nördl. Breite gelegenen Gebiete hedeckt habe und dafs die weiter südlich aufragenden Hochgebirge in gleichem und zwar in ähnlichem Mafse wie die Alpen stärker vergletschert waren als gegenwärtig. Dem ist jedoch nicht so. Die grofse Eisdecke, welche vom skandinavischen Hochlande ausstrahlte, erstreckte sich nur his zum Ural. In diesem Gebirge selbst, sowie östlich davon in Nordasien sind keine Spuren einer gröfseren, einseitigen Vergletscherung gefunden worden, und dieses von Eisspuren freie Gehiet erstreckt sich nach den neuesten Ergehnissen der Polarforschungen von Sverdrup und Schei his zum westlichen Teile der im Norden von Nordamerika gelegenen, arktischen Inselwelt.

Ebenso ungleich ist auch der Grad der Vergletscherung der eurasischen Hochgebirge gewesen: in keinem anderen nördlichen Hochgebirge war die Vergletscherung zur Eiszeit so hedeutend wie in unseren Alpen. In den Pyrenäen und im Kaukasus reichten damals

die Gletscher nicht bis in die Vorlande hinab, um sich dort wie im Alpenvorlande fächerförmig auszubreiten. Noch geringer als in den genannten war die eiszeitliche Vergletscherung in den zentralasiatischen Ketten. Auch die nordamerikanischen Gebirge scheinen damals lange nicht so stark vergletschert gewesen zu sein wie die europäischen Alpen.

Auch in der südlichen Hemisphäre sind Spuren ausgedehnter, vorzeitlicher Vergletscherungen angetroffen worden. Im südlichen Teile der Anden von Südamerika haben mindestens zwei Gletschervorstöfse, ein gröfserer und ein kleinerer stattgefunden; in Neuseeland reichten einstens die westlichen Gletscher bis zum Meere herab; und auch die jetzt ganz eisfreien australischen Alpen waren einst, sicher einmal, vermutlich sogar zweimal, in ihren höheren Teilen mit Gletschern bedeckt. Weniger sicher ist der Nachweis von vorzeitlichen Gletscherspuren in Südafrika.

In den tropischen Hochgebirgen von Afrika und Amerika hat man ebenfalls Anzeichen einer früheren, weiteren Ausbreitung der Gletscher angetroffen, und soeben ist es H. Meyer gelungen, unter dem Äquator, in Ecuador, am Chimborazo und an anderen Hochgipfeln nachzuweisen, dafs hier einstmals die Gletscher 1000 m weiter als gegenwärtig herabgereicht haben.

Die jetzigen Gletscherschwankungen sind, wenigstens soweit sie konform der Brücknerschen 35jährigen Periode stattfinden, wohl zweifellos auf die periodischen Änderungen in der Intensität der Sonnenstrahlung zurückzuführen. Pencks Vermutung, dafs in den gemäfsigten Zonen beider Hemisphären überall, wo Spuren einer vorzeitlichen Vergletscherung gefunden worden sind, die Schneegrenze zur Zeit des bedeutendsten Vorstofses um den gleichen Betrag von ungefähr 1200 m tiefer lag als gegenwärtig, sowie der erwähnte Nachweis, dafs unter dem Äquator die Gletscher einstens ebenfalls um einen ähnlichen Betrag (von 1000 m) tiefer als jetzt hinabreichten, sprechen für die Annahme, dafs diese vorzeitlichen grofsen, ebenso wie jene jetztzeitlichen kleinen Gletscherschwankungen Änderungen der Intensität der Sonnenstrahlung oder einer anderen aufserirdischen Ursache ihre Entstehung verdanken. Anderseits zeigt uns aber die oben dargelegte Gröfse des Einflusses der Verteilung von Wasser und Land und der Gestaltung des letzteren auf das Klima und durch dieses auf die Gletscherentwickelung, dafs auch terrestrische Ursachen hinreichen könnten, um die vorzeitlichen Gletschervorstöfse zu erklären. Die von Penck vermutete Gleichheit der Höhendifferenz zwischen

der jetzigen und der eiszeitlichen Schneegrenze ist nicht erwiesen und scheint mir nicht allgemeine Geltung zu haben. Nach dem von mir in Neuseeland gewonnenen Eindrucke ist diese Höhendifferenz dort nicht einmal halb so grofs wie etwa in den europäischen Alpen. Auch die gröfsere vorzeitliche Vergletscherung äquatorialer Hochgebirge ist kein Beweis für die kosmische Natur der Ursachen der Eiszeiten — ich wenigstens zweifle nicht, dafs eine Überflutung des Amazonenstrombeckens und anderer Teile von Südamerika wohl hinreichen würde, um die Gletscher des Chimborazo bis zu jenem Niveau herabsteigen zu machen, in dem Meyer noch Gletscherspuren fand.

Eine gute Vorstellung von dem grofsen Einflusse der lokalen, das Klima bestimmenden Umstände auf die Gletscherentwickelung und eine befriedigende Antwort auf die Frage, ob terrestrische Veränderungen hinreichen würden, die grofse eiszeitliche Vergletscherung von Nord- und Mitteleuropa herbeizuführen, erhalten wir, wenn wir uns die jetzigen klimatischen und glazialen Verhältnisse der Südhemisphäre als in Europa herrschend vorstellen. Die neuseeländischen Alpen liegen in derselben Äquatorferne (43°) und sind ebenso hoch wie die Pyrenäen. Hier müfsten dann also Gletscher von der Gröfse der neuseeländischen vorkommen, die, wie in Neuseeland, bis zu ein paar hundert Metern über das Meer herabsteigen, so dafs die Vergletscherung der Pyrenäen eine stärkere sein würde, als sie es zur Eiszeit tatsächlich war. Die Patagonischen Gebirge liegen in derselben Breite (47°) wie die europäischen Alpen, sind aber nicht so hoch wie diese. In Patagonien reichen gegenwärtig die Gletscher bis zum Meere herab. Bei gleichem Lokalklima müfsten in den Alpen, ihrer gröfseren Höhe wegen, die Eisströme noch gröfser als in Patagonien sein. Auch hier bleibt die maximale, eiszeitliche Vergletscherung hinter jener zurück, welche unter der gemachten Voraussetzung eintreten würde. In Kerguelen (49½°) liegt, wie erwähnt, die Schneegrenze 300 m über dem Meere. Es würden also — im Norden gleiche glaziale Verhältnisse vorausgesetzt — der unter derselben (nördlichen) Breite liegende Argonnenwald, der Odenwald, die Böhmen einfassenden Gebirge und die Nordkarpaten vergletschert sein und zwar auch mehr als sie es zur Eiszeit waren. In der Südhalbkugel sind die nicht hohen, zwischen 60° und 70° geogr. Breite gelegenen Inseln ganz und gar vergletschert. Unter gleichen Verhältnissen müfste das viel höhere, in derselben Äquatorferne gelegene skandinavische Hochland noch viel mehr vergletschert und wohl imstande gewesen sein,

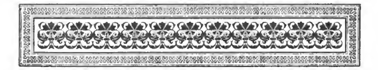
solche oder noch gröfsere Eismassen an das umgebende Tiefland abzugeben, wie sie zur Eiszeit über Norddeutschland ausgebreitet waren.

Würden bei uns dasselbe Klima und dieselbe Vergletscherung herrschen, welche in gleichen Breiten auf der Südhalbkugel gegenwärtig tatsächlich herrschen, so würde also Europa stärker vergletschert sein, als es zur Eiszeit jemals war. Würde im eurasischen Gebiete ein relatives Versinken des Landes um einige hundert Meter eintreten, so würden einesteils Verhältnisse (gröfsere Wasserausbreitung) geschaffen, welche das Klima viel feuchter, gleichmäfsiger, ozeanischer, dem jetzigen Klima der Südhalbkugel ähnlicher machen müfsten; und anderenteils würde die Vergletscherung auf jenes Mafs reduziert, welches sie in der Eiszeit tatsächlich erreichte.

Wir sehen also, dafs das uns zu Gebote stehende Beobachtungsmaterial und die daraus sich ergebenden Schlüsse keine sichere Antwort auf die Frage nach der Ursache der Eiszeit geben. Sie zeigen vielmehr, dafs Veränderungen in der Verteilung von Wasser und Land und in der Gestaltung des letzteren, wie sie im Laufe geologischer Zeiten stattfinden, hinreichen, um einmal in diesem, einmal in jenem Gebiete ein solches Anwachsen der Gletscher hervorzurufen, wie es in der Eiszeit stattgefunden hat. Sie sprechen aber auch durchaus nicht gegen die Annahme, dafs die die Eiszeiten charakterisierenden Vergröfserungen der Gletscher ohne Veränderungen der Erdoberfläche und überall gleichzeitig stattgefunden hätten; wäre dies aber der Fall, so müfste natürlich die Ursache der Eiszeit eine aufserirdische sein.

Und ebensowenig wie diese, können wir eine andere, praktisch viel wichtigere Frage, nämlich die Frage beantworten, ob in Zukunft die Gletscher wieder eiszeitliche Dimensionen annehmen werden. Wahrscheinlich ist es wohl, dafs dies geschehen wird und die Stätten der nördlichen Städte Petersburg, Berlin und London unter den vorrückenden Eismassen werden begraben werden, aber bis dahin hat es jedenfalls noch gute Weile. Genug für den Tag ist das Übel desselben; es mögen sich unsere Nachkommen selber um die etwa noch zu gewärtigende fünfte europäische Eiszeit bekümmern!





Zur Gewitterkunde in Nord- und Mitteldeutschland.

Von Professor Dr. **Th. Arendt** in Berlin.

Die zahlreichen und zum Teil recht eingehenden Studien der letzten Jahre über das elektrisohe Verhalten der Atmosphäre in weiter räumlicher Ausdehnung haben nicht nur eine Reihe von Gesetzmäfsigkeiten über den täglichen und jährlichen Verlauf dieser Vorgänge enthüllt, sondern auch zu äufserst bemerkenswerten Aufschlüssen über den wechselnden Charakter der Luftelektrizität bei verschiedenartigen meteorologischen Verhältnissen geführt. Von besonderer Wiohtigkeit waren hierbei die Ergebnisse, welohe bei Gelegenheit von Ballonfahrten in gröfseren Erhebungen über der Erdoberfläche erzielt wurden und die es ermöglichten, einen Einblick in den elektrisohen Zustand der freien Atmosphäre zu gewinnen. Da die betreffenden Messungen naturgemäfs fast ausschliefslich bei Witterungslagen stattfanden, welche eine Gefährdung der Balloninsassen durch elektrische Ursachen im Luftmeere ausschlossen, so fehlt es vorläufig noch immer an solchem Beobachtungsmaterial, welches gerade für die Gewitterforschung von gröfstem Nutzen gewesen wäre.

Dieser Mangel macht sich um so fühlbarer bemerkbar, als die Vorgänge beim Gewitter auoh in rein meteorologischer Hinsioht noch viel Rätselhaftes enthalten. Die Sohwierigkeiten, den ursächlichen Zusammenhang zwischen den elektrischen und meteorologischen Erscheinungen beim Gewitter zu erklären, sind aber dadurch noch besonders gesteigert, dafs es sich nicht nur um Ergründung der Bedingungen in den höheren, schwer zugängliohen Luftschichten handelt, sondern auch Einflüsse in der Nähe der Erdoberfläcbo vorhanden sind, die sich zum grofsen Teile noch unserer Kenntnis entziehen. Darauf deuten sowohl die Ungleichheiten in der Verteilung der Blitzschläge hin, wie auch die auffallenden Untersohiede, welohe sioh in örtlichor Beziehung in der jährlichen Häufigkeit der Gewitter kundgeben.

Aus diesen Gründen hat nicht nur die meteorologische Wissenschaft das weitgehendste Interesse an einer genaueren Kenntnis dieser

Verhältnisse, sondern auch weite Kreise der Bevölkerung verfolgen alle Fortschritte auf diesem Gebiete, die für das praktische Leben eine so hohe Bedeutung besitzen, mit gröfster Spannung. Beläuft sich doch nach einer Schätzung von berufener Seite der jährlich in Deutschland allein durch Blitzschläge angerichtete Schaden auf nahe 8 000 000 Mark, was einem beträchtlichen Verlust an Nationalvermögen gleichkommt. Diese Zahl bleibt aber noch erheblich hinter derjenigen zurück, welche die durch einen häufigeren Begleiter des Gewitters, den Hagel, hervorgerufenen Zerstörungen zum Ausdruck bringt. Nach den Mitteilungen des Königlich Preufsischen Statistischen Bureaus bezifferten sich die von den Versicherungsgesellschaften für die durch Hagelschläge innerhalb Preufsens entstandenen Schädigungen an Feldfrüchten ausgezahlten Summen — wobei nicht ganz 43 % des Landes bei den Landgemeinden, 80 % bei den Gutsbezirken versichert war — beispielsweise im Jahre 1898 auf nahezu 27 000 000 Mark. Diese Zahlen reden eine sehr deutliche Sprache von den Verlusten, welche vornehmlich die deutsche Landwirtschaft zu tragen hat.

Über die örtliche und zeitliche Verteilung der Blitzschläge in Deutschland liegen mehrere eingehende Untersuchungen vor, welche sich auf das umfassende statistische Material der öffentlichen Feuer-Versicherungsanstalten stützen. Von diesen Abhandlungen verdienen diejenigen der Herren von Bezold und Kassner (Merseburg) hier besonders hervorgehoben zu werden, da dieselben auch der Gewitterforschung eine wesentliche Förderung brachten. Unter anderem enthielten diese Arbeiten auch wertvolle Hinweise über die ungleiche Verbreitung der Gewitter. Diese Folgerungen gründeten sich vornehmlich auf eine wohl zuerst von Herrn von Bezold gemachte Wahrnehmung, dafs „die geographische Verteilung der Blitzschläge sich im allgemeinen so innig an die aus den Beobachtungen der meteorologischen Stationen gewonnenen Ergebnisse über den Ausgangspunkt und die Vorbereitungsweise der Gewitter anschliefst.“ Eine gewisse Einschränkung werden die auf Grund dieser Annahme gezogenen Schlüsse insofern erfahren müssen, als das statistische Material der Versicherungsgesellschaften doch nur die durch Blitzschläge beschädigten Gebäude umfafst und somit eine gröfsere Zahl von Gegenständen, wie Bäume, unberücksichtigt bleibt. Zuverlässigen Meldungen zufolge ist aber die Zahl der vom Blitz getroffenen Bäume keineswegs gering, wie vornehmlich die seit vielen Jahren von der Lippeschen Forstverwaltung in den dortigen Waldungen geübte strenge Kontrolle dargetan hat. Es ist sehr zu bedauern, dafs solche Erhebungen bisher nicht in

gröfserem Umfange durchgeführt worden sind, da dann leicht entschieden werden könnte, ob tatsächlich in früherer Zeit die Bäume — oder allgemeiner Wälder — weit häufiger durch Blitzschläge heimgesucht wurden und erst im Laufe der letzten Jahrzehnte eine bemerkenswerte Steigerung der Blitzgefahr für Gebäude eingetreten ist. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, auf diese Weise die aus der Versicherungsstatistik erkannte Zunahme der Blitzschläge in Gebäude zu erklären. Danach wäre die absolute Zahl der elektrischen Entladungen zur Erde in gröfseren Gebieten unverändert geblieben und nur die Bedingungen für das Zustandekommen derselben hätten sich in betreff der Waldungen ungünstiger, bezüglich der Ortschaften günstiger gestaltet. Dem gegenüber möchte ich darauf verweisen, dafs sich eine auffallende Übereinstimmung im Verlauf der Häufigkeitszahlen für Blitzschläge in Gebäude und der Gewittertage ergeben hat, indem auch die letzteren an Zahl zugenommen haben. Zum Nachweise des Zusammenhanges beider Vorgänge war es notwendig, entsprechend dem bei der Bearbeitung der Blitzschlagstatistik geübten Verfahren auch eine gröfsere Zahl von meteorologischen Stationen zu Gruppen zu vereinigen. Über das Ergebnis dieser Untersuchung ist an anderer Stelle ausführlicher berichtet worden.

Dem weitgehenden Bedürfnis nach genauerer Kenntnis der Gewitterverhältnisse Nord- und Mitteldeutschlands wurde bereits bei der Reorganisation dee Königlich Preufsischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1886 von Herrn von Bezold dadurch Rechnung getragen, dafs eine eigene Abteilung für „Gewitter und aufserordentliche Vorkommnisse" geschaffen wurde, in der unter anderem zurzeit die von ca. 1400 Beobachtern fortlaufend eingesandten Berichte über alle Einzelheiten beim Auftreten von Gewittern am Orte zur Ansammlung gelangen. Um das oben genannte Jahr wurde auch eine erhebliche Vermehrung der Gewitterstationen im Beobachtungsnetze zuerst angebahnt, und somit wurden die ersten vorbereitenden Schritte für ein eingehendes Studium der Gewitter getan. Leider traten in den zunächst nachfolgenden Jahren noch Störungen mancher Art ein, wie häufiger Beobachterwechsel u. s. w., die nicht selten eine Verlegung der Station nach einem benachbarten Orte nach sich zogen — Änderungen, die die Verwendbarkeit des vorhandenen Materials für verschiedene Fragen einschränkten.

Beim Entwurf der beiliegenden Karte (Titelblatt), welche ein Bild von der räumlichen Verteilung der Gewitter auf Grund zehnjähriger Beobachtungen gibt, konnten nahe an 900 Stationen Verwendung

finden; die übrigen Berichte mufsten wegen zu häufig auftretender Lücken bei der Bearbeitung ausgeschlossen bleiben. Streng genommen bringt die Karte nicht die mittlere jährliche Häufigkeit der „Gewitter" zur Darstellung, sondern diejenige der „Gewittertage" in meteorologischem Sinne, indem die jährliche Zahl der Tage mit Gewittern an einem einzelnen Orte oder dessen gröfserer Nähe zugrunde gelegt wurde. An der Hand einer kleinen Tabelle, welche ich bereits früher veröffentlicht habe, ist es indessen keineswegs schwierig, sich aus den Angaben der Karte eine Vorstellung von der Verteilung der „Gewitter" zu bilden.

Noch ein anderer Punkt bedarf einer kurzen Erläuterung. Die meteorologischen Beobachter sind angewiesen, zwischen Nah- und Ferngewittern zu unterscheiden, wobei die Zeitdifferenz zwischen Blitz und Donner mafsgebend ist; beträgt dieselbe über 10 Sekunden oder ist überhaupt nur Donner wahrgenommen worden, so hat man es nach der meteorologischen „Anleitung" mit einem Ferngewitter zu tun, anderenfalls lag ein Nahgewitter vor. Bei der Vergleichung der Häufigkeitszahlen von Gewittern und Blitzschlägen an einem Orte wird man sich meist auf Nahgewitter beschränken, während man mit Vorteil zur Charakterisierung gröfserer Gebiete, für welche nur die Beobachtungen von einer Anzahl von Stationen vorliegen, besser die Summen von Nah- und Ferngewittern verwertet. Diese Unterscheidung zwischen Nah- und Ferngewittern gewährt auch den Vorzug, örtliche Einflüsse auf die Fortpflanzung der Gewitter leichter erkennen zu können. Fafst man zum Beispiel den prozentischen Anteil der Ferngewitter an der Jahressumme der Gewitter unter Berücksichtigung der Zugrichtungen genauer in das Auge, so treten uns in diesen Angaben gröfsere Verschiedenheiten entgegen, die darauf schliefsen lassen, dafs nach der einen oder anderen Richtung hin Bedingungen bestehen, welche der Weiterentwickelung der Gewitter nicht günstig sind. In den meisten Fällen geschieht dieselbe in lang entwickelter Front, doch können auch gewisse atmosphärische Verhältnisse zu einer abweichenden Ausbreitung der Gewitter führen oder auch die Entstehung mehrerer Gewitterzentra in geringer räumlicher Entfernung bedingen, die dann meist nur eine mäfsige Entwickelung aufweisen. Bei besonders häufigem Auftreten dieser Gewittertypen kann die Jahressumme der Gewitter von verschiedenen Orten innerhalb eines verhältnismäfsig kleinen Gebietes bemerkenswerte Ungleichheiten zeigen, worauf ich später nochmals zurückkommen werde.

Ein interessantes Beispiel für den Gewitterreichtum eines ein-

zelnen Tages bietet der 22. Juni 1898, an dem innerhalb des preufsischen Beobachtungsnetzes weit über 20 Gewitter unterschieden werden konnten. Blitzschläge und Hagelfälle richteten an diesem Tage ganz aufsergewöhnliche Zerstörungen an. Durch den Hagel wurde in Preufsen allein nach den Angaben der Versicherungsgesellschaften ein Schaden von 8308289 Mark angerichtet, der sich vornehmlich auf die folgenden Kreise verteilte:

Saatzig	1220 qkm	189 781 M.
Wongrowitz	1035 „	117 438 „
Neumarkt	711 „	156 411 „
Wanzleben	544 „	499 804 „
Stadt Magdeburg . . .		150 000 „
Wolmirstedt	696 „	1 422 947 „
Neuhaldensleben . . .	677 „	153 629 „
Oschersleben	504 „	1 139 000 „
Beckum	687 „	448 290 „
Lüdinghausen	697 „	356 000 „
Rees	524 „	123 491 „
Mörs	565 „	117 420 „
Köln-Land		217 768 „
Bergheim	363 „	455 000 „
Euskirchen	366 „	159 830 „
Düren	563 „	837 580 „
Aachen-Land		136 808 „

An diesem Tage gelangten auch ganz verschiedene Gewittertypen zur Erscheinung, von denen ich hier einige charakteristische Fälle zur Anschauung bringen möchte, die auch zu weitergehenden Betrachtungen Anlafs geben. Der Verlauf dieser Gewitter wurde nach dem Vorgange des Herrn von Bezold zur Darstellung gebracht, indem die Zeitpunkte des ersten Donners nach M. E. Z. an den einzelnen Beobachtungsstationen in eine Karte eingetragen und die Orte mit übereinstimmender Zeit durch Linien verbunden wurden, welche man mit dem Namen „Isochronten" zu bezeichnen pflegt. Die Entfernung der aufeinanderfolgenden Isochronten, die man in stündlichen oder halbstündlichen Intervallen gewöhnlich auszieht, bietet dann in der Hauptzugrichtung betrachtet, gleichzeitig ein Mafs für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Gewitters über den verschiedenen Landstrecken. Da die Beobachtungsorte zum Teil in gröfserer Entfernung von einander liegen (ca. 20—30 km), so setzt dieses Verfahren voraus, dafs

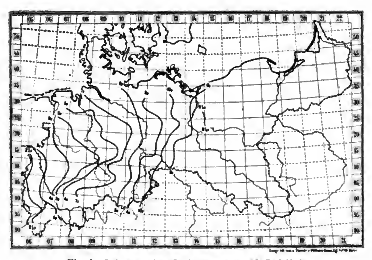


Fig. 1. Isobronten eines Gewitterzuges vom 22. Juni 1828.

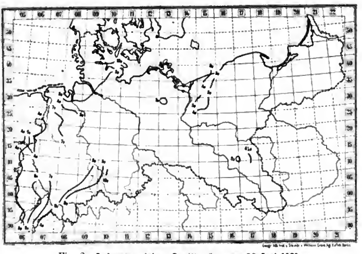


Fig. 2. Isobronten einiger Gewitterzüge vom 22. Juni 1828.

das Gewitter in der entsprechenden Zeit über der Gegend zwischen zwei Beobachtungsorten gleichfalls gestanden hat, eine Voraussetzung, die nicht immer statthaft ist. Bei Verwendung eines dichten Beobachtungsnetzes gewinnt es vielmehr den Anschein, als ob man es in der Tat nicht mit einer langen zusammenhängenden Gewitterwolke zu tun hat; auf Grund der beim Entwerfen zahlreicher Isobrontenkarten gewonnenen Erfahrungen neige ich vielmehr der Auffassung zu, dafs das Vordringen des Gewitters sich gewissermafsen ähnlich gestaltet, wie etwa ein Wasserstrom in einer noch trockenen Ebene vordringt, hier und da einzelne Strahlen voraussendend, die sich bald wieder vereinigen, bis dann schliefslich wohl auch die meisten der so gebildeten Inselchen verschwinden. Die ungleiche Geschwindigkeit des Gewitters in den beifolgenden Karten (Fig. 1 und 2) über einzelnen Gebieten ist hier zum gröfsten Teile darauf zurückzuführen, dafs über dieselben bereits vorher an demselben Tage Gewitter hinweggezogen waren, die Bedingungen hinterlassen haben, unter denen die Fortpflanzung schneller vor sich zu gehen pflegt. Auch möchte ich nicht verabsäumen darauf hinzuweisen, dafs Flüsse und Gebirge keinen Einflufs auf die Fortbewegung der Gewitter erkennen liefsen.

Nach diesen Ausführungen wende ich mich der „Gewitterkarte“ selbst zu, in der die Linien gleicher mittlerer jährlicher Häufigkeit der Gewittertage nach fortschreitenden Unterschieden von 3 Tagen gezeichnet sind. Bei dem Umfange und der Zuverlässigkeit des verwendeten Materials, das nur in den Grenzgebieten infolge des Mangels an Stationen gröfsere Lücken aufweist, war eine solche Abgrenzung ohne Schwierigkeiten durchführbar. Auf diese Weise gewinnt man nicht nur einen schärferen Einblick in die häufig recht auffallende Ungleichheit in der Gewitterverteilung auf räumlich beschränktem Gebiete, sondern man kann unter diesen Umständen die mittleren Jahressummen leichter zu den graphischen Darstellungen, welche die Niederschlagsverhältnisse und Blitzschlaghäufigkeit veranschaulichen, in Beziehung setzen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs die Gewitter einen recht beträchtlichen Anteil an der Jahressumme der Niederschläge liefern können und die Betrachtung der von Herrn Hellmann auf Grund zehnjähriger Messungen — welche fast denselben Zeitraum und dieselben Jahre umfassen, die bei der „Gewitterkarte“ berücksichtigt wurden — entworfenen „Niederschlagskarten“ (Verlag: D. Reimer-Berlin) führt zu dem Glauben, dafs einzelne preufsische Provinzen besonders regelmäfsig mit ergiebigen Gewitterregen versehen werden. Man vergleiche zu dem Zwecke die folgenden, von Herrn Hellmann

bekannt gegebenen Jahressummen mit den entsprechenden Angaben der „Gewitterkarte“:

Niederschlagshöhe im Jahr.		Niederschlagshöhe im Jahr.	
Posen	513 mm	Schlesien	680 mm
Westpreufsen .	541 „	Hannover	690 „
Brandenburg . .	556 „	Hessen-Nassau . .	692 „
Sachsen . . .	593 „	Schleswig-Holstein .	718 „
Pommern . . .	599 „	Rheinprovinz . . .	754 „
Ostpreufsen . .	600 „	Westfalen	804 „

Verfolgt man die Linien gleicher Gewitterhäufigkeit, von Norden nach Süden fortschreitend, so fällt vor allem der folgende Umstand auf. Während sich der Verlauf derselben an den Küsten im grofsen und ganzen, nur hier und da von Ausläufern nach Süden unterbrochen, westöstlich gestaltet, verschwindet diese Eigentümlichkeit mehr und mehr, je weiter man nach Süden vordringt, wo sich die Tendenz zur Inselbildung in starkem Mafse geltend macht, indem sich hier vereinzelt die jährliche Zahl der Gewittertage schneller häuft als in den nördlicher gelegenen Gegenden. Ferner bestehen starke Gegensätze bezüglich des jährlichen Gewitterreichtums zwischen dem Osten und Westen, vornehmlich zwischen Nordwesten und Südosten der Monarchie. Umfassendere Gebiete mit einer unverhältnismäfsig hohen Zahl von Gewittertagen findet man in Westfalen, Hessen-Nassau, Hannover, Schlesien; aber auch die Havelniederung weist bemerkenswerte Beträge auf. Die kleinsten Werte zeigt der gröfsere Teil Posens, die Ostseeküste und die Nordgrenze von Schleswig-Holstein. Von den Gebirgsgegenden zeichnet sich insbesondere der Harz durch eine geringe Zahl von Gewittertagen aus.

Nach den Angaben der „Gewitterkarte“ schwankt die mittlere Jahressumme der Gewittertage innerhalb des preufsischen Beobachtungsnetzes zwischen 12 und 30 Tagen; unter 12 Gewittertage weisen nur wenige Gebiete auf; die Zahl 30 wurde indessen vielfach noch überschritten. Eine weitergehende Unterscheidung in der Karte hätte jedoch den Einblick in dieselbe beeinträchtigt und so unterblieb die Abgrenzung der Zone mit 33 Gewittertagen. Schliefslich mag nicht unerwähnt bleiben, dafs in weiten Landstrecken östlich und südöstlich von Wilhelmshaven die Zahl der Gewittertage allenthalben nahezu 20 betrug, woraus hervorgeht, dafs der grofsen Ausbuchtung der Linien eine tiefergehende Bedeutung abgeht. Derartige Unsicherheiten hätten sich vermeiden lassen, wenn man die Mittelwerte aus den bekannten

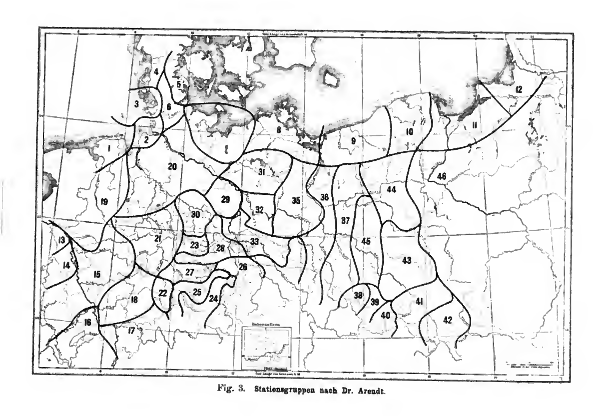


Fig. 3. Stationsgruppen nach Dr. Arendt.

Jahressummen der Gewittertage der Stationen innerhalb der einzelnen Abgrenzungen bestimmt und diese der endgültigen Darstellung zugrunde gelegt hätte. Von der Ausführung des Gedankens hielten mich indessen gewisse Erwägungen ab.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs das Bild der „Gewitterkarte“ bei Verwendung langjähriger Beobachtungsreihen und bei Berücksichtigung einer beträchtlich gröfseren Zahl von Stationen ein etwas anderes Aussehen gewinnt, indem die absoluten Häufigkeitszahlen andere Beträge aufweisen und auch die Grenzen der einzelnen Ortsgruppen eine Veränderung erfahren; der allgemeine Charakter der Karte wird derselbe bleiben.

Im Hinblick auf die früher von den Herren von Bezold und Kassner (Merseburg) aus Blitzschlagstudien gefundenen Ergebnisse könnte man leicht zu der Auffassung gelangen, dafs die längeren, zusammenhängenden Gebiete mit grofser Gewitterhäufigkeit mit Zugstrafsen der Gewitter gleichbedeutend sind. Dem möchte ich nicht ohne weiteres zustimmen, wobei für mich die folgenden Überlegungen mafsgebend sind. Die Herkunft und Zugrichtung der Gewitter ist häufig eine wechselnde, und somit setzt sich auch die Jahressumme der Gewitter bezw. der Gewittertage aus Angaben zusammen, welche von Ort zu Ort recht verschiedenartig sein können. Im allgemeinen freilich kommen bei uns die meisten Gewitter aus Westen und Südwesten heraufgezogen, aber es behauptet sich noch eine andere Gesetzmäfsigkeit, die ausspricht, dafs daneben einzelne Zugrichtungen mit dem Wechsel der Jahreszeiten bevorzugt werden. Nach dem mir vorliegenden umfangreichen Material bestehen bezüglich der Änderung der Zugrichtungen der Gewitter ähnliche Verhältnisse wie beim Lufttransport in den unteren Luftschichten über Norddeutschland, indem sich auch hier im Frühjahr eine östliche Komponente scharf bemerkbar macht, während mit Fortschreiten der Jahreszeiten bis zum Spätsommer mehr und mehr die Luftbewegung aus Südwesten und dann aus Westen vorherrschend wird; späterhin schreitet die Drehung im Sinne der Windrose im allgemeinen nicht weiter fort. In bezug auf die Gewitter macht die deutsche Nordseeküste davon insofern eine Ausnahme, als sie vornehmlich im Spätherbst eine gröfsere Zahl von Gewittern aus West und Westnordwest aufweist.

Ferner ist zu beachten, dafs verschiedene atmosphärische Bedingungen zur Entstehung von Gewittern führen können, die aber dann auch in meteorologischer Hinsicht sowohl bezüglich der Dauer wie auch der Ausdehnung ein ungleiches Verhalten an den Tag

legen, das sich oft noch in den dasselbe begleitenden Erscheinungen, wie in der Intensität der Niederschläge, Hagel, Häufigkeit der Blitzschläge u. s. w., ausspricht. Bei dem häufigen Auftreten von Gewittern mit geringer Entwickelung kann es leicht kommen, dafs die Jahressummen benachbarter Orte stärkere Abweichungen aufweisen. Nach einem Bericht in den Veröffentlichungen der Königlich Bayerischen Zentralanstalt für Meteorologie sollen einzelne Jahrgänge derartige Gewittertypen in grofser Häufigkeit zeigen.

Die Bedenken werden noch vermehrt, wenn man sich die Unterschiede in der jährlichen Verteilung der Gewittertage in räumlicher Hinsicht vergegenwärtigt. Indem ich bezüglich der näheren Einzelheiten darüber auf die demnächst erscheinende ausführliche Untersuchung in den Abhandlungen des Königlich Preufsischen Meteorologischen Institute verweise, wo der Gegenstand unter Wiedergabe zahlreicher Tabellen behandelt ist, beschränke ich mich hier darauf in einer Karte diejenigen Gebiete kenntlich zu machen, welche auf Grund der gröfseren Übereinstimmung in der jährlichen Gewitterperiode zusammengefafst werden konnten (Fig. 3). Beim Versuch, durch Vergleichung dieser Karte mit derjenigen, welche die mittlere Häufigkeit wiedergibt, Beziehungen zwischen den entsprechenden Gebieten zu ermitteln, wird man bald erkennen, dafs ein derartiges Bemühen nur zu einem zweifelhaften Erfolg führt. Tatsächlich setzen sich die gleichen oder nahezu gleichen mittleren Jahressummen der Gewittertage in verhältnismäfsig räumlich geringerer Entfernung aus einzelnen Dekadensummen zusammen, die zu denselben Zeiten häufiger hinsichtlich ihrer Beträge merklich von einander abweichen.

Aus diesen Gründen glaube ich nicht, dafs sich aus der „Gewitterkarte“ ein einwandfreier Nachweis für die Richtigkeit der oben geäufserten Ansicht folgern läfst, die vieles für sich hat. Nachdem bereits früher meteorologische Betrachtungen die Begünstigung der Gewitterbildung durch örtliche Verhältnisse und somit das Vorhandensein von „Gewitterherden“ und „Gewitterzugstrafsen“ wahrscheinlich gemacht haben, hat diese Annahme in der letzten Zeit in den Ergebnissen luftelektrischer Studien, die sich auf die Abhängigkeit der Intensität der begleitenden Erscheinungen des Gewitters von der Örtlichkeit beziehen, eine weitere Stütze gefunden. Es wäre zu wünschen, dafs das Gewittermaterial selbst daraufhin einer eingehenden Prüfung unterzogen würde, wobei man mit Vorteil von Isobrontenkarten Gebrauch machen kann.



Ein interessanter Säkular - Gedenktag.
(Zum 17. Juni 1904)

Zu den anziehendsten naturwissenschaftlichen Problemen gehört die Forschung über den Instinkt der Tiere. Betrachtet man die Vögel bei ihrem Nesterbau, die Biber bei ihrem Dammbau, so ist man leicht geneigt anzunehmen, dafs diese unter allen Tieren den entwickeltsten Instinkt haben, und doch sind es nicht diese, sondern die Insekten. Seinen böchsten Ausdruck findet dieser bei den Bienen, deren Konstruktionen denen der gelebrtesten Geometer in nicbts nachstehen, und vor allem aber in den Ameisen, welche die Lebensgewohnheiten der Menschen so gut wiedergeben, dafs man anzunehmen geneigt ist, dafs die Menschen obne ihre Erziehung keinen höheren Instinkt besäfsen. Dieser anziebende Gegenstand ist auch gehörig besprochen und in Büchern verarbeitet, sowie experimentell bebandelt worden. Wir brauchen nur auf Sibylle von Merian, auf Réaumur, auf de Geer, auf den bekannten Blattlausbeobacbter Bonnet hinzuweisen, die alle m 19. Jahrhundert recht wirksam tätig waren. Später haben sicb auf diesem Felde Blanchard, Professor zu Paris, Ludwig Büchner, Häckel und Darwin — in seinem „Ursprung der Gattungen" — speziell für Ameisen Mayr in Wien rühmlich hervorgetan.

Das Hauptverdienst gebührt jedoch dem Schweizer Peter Huber, dessen 1810 in erster und 1869 in erneuerter Auflage erschienenes Buch über die Ameisen das Gebäude der eifrigen Studien seiner Vorgänger in würdiger Weise krönt. Während sein Vater, Franz Huber, obwohl blind, die Beobacbtung des Bienenlebens zu seinem Studium macbt und, wie die meisten der oben Erwähnten, die ärgsten Plagen und Müben nicht gescbeut, hat sich Peter Dank durch seine wahrhaft merkwürdigen Entdeckungen und seine bewundernswerte Ausdauer erworben.

Er bevölkert nicht nur seinen Garten und die Terrasse seines Hauses mit Ameisen, sondern aucb sein Zimmer und seine entsprechend bergericbteten Tiscbe. Damit aber diese ungewobnten Quartiere seinen „Afterparteien" nicbt allzugrofses Unbehagen verursachen und damit sie auch in der neuen Situation zu arbeiten sich entschliefsen, stellt

er künstliches Wetter her, läfst er je nach Bedürfnis Trockenheit und Nässe eintreten. Regnen läfst er, indem er mehrere Stunden hintereinander aus nassen Bürsten mit der Hand Wasser ausspritzt. Er verschwendet an sie mit solcher Unermüdlichkeit schmackhafte Süfsigkeiten und meteorologische Surrogate, dafs sie sich sogar die Fächer des Schreibtisches als Wohnung gefallen lassen. Endlich scheinen ihn diese kleinen Wesen sogar zu lieben. Es fällt ihm deshalb auch schwer, ein entscheidendes Projekt, das er schon längst hegt, zur Ausführung zu bringen, nämlich zwei Ameisenhaufen miteinander ins Handgemenge geraten zu lassen. Er zögert, er kann sich nicht entschliefsen, mit dem casus belli, der den Armeen als Signal zum Beginne des Gemetzels dienen soll, hervorzutreten. Er findet sich selbst mit Vorwänden ab, um die „Freveltat" aufzuschieben. „Ich habe seit langer Zeit über das Experiment nachgedacht", sagt er, „und es immer wieder aufgegeben, denn ich habe meine Gefangenen doch gar zu gerne." Das heifst zartfühlend sein! Die heutigen Entomologen kennen eine derartige Schonung nicht, sie fahren mit Schaufel und Spaten drein.

Der 17. Juni 1804 ist ein denkwürdiger Tag für die Biologie. An ihm machte Huber eine staunenswerte Entdeckung. Bevor wir näher auf diese eingehen, müssen wir einiges Allgemeine vorausschicken. Wer Ameisenhaufen studiert hat, weifs, dafs sich in denen der fahlroten Art (Formica fusca) Labyrinthe von niedrigen Sälen, Bogengängen und Wegen vorfinden, die zu geräumigen Zellen führen. Diese sind mit Puppen, die noch von ihren Kokons umhüllt sind, und mit unbeweglichen Larven angefüllt. Jene Ameise, die ab- und zugeht und gröfser ist als alle anderen, ist ein Weibchen. Die Arbeiter haben kein Geschlecht. Das Weibchen legt Eier, welche einige das Weibchen umgebende Arbeiter nehmen, und zu kleinen Häufchen gruppieren. Die daraus entstehenden Würmer würden ohne die Arbeiter zugrunde gehen, denn ihr ganzes Wissen besteht darin, dafs sie den Kopf erheben können, wenn sie zu essen haben wollen. Wenn sie ihren Hunger so kundgegeben haben, eilen die Arbeiter herbei und reichen ihnen die nahrhaften Säfte, die sie auf dem Felde gesammelt. Nach der Fütterung werden die Wickelkinder gesonnt. Die Arbeiter tragen sie hinauf und legen sie auf der Oberfläche aus. Regnet es oder ist die Hitze zu grofs, so bringen sie dieselben in Säle von jeweilig entsprechender Temperatur. Zur Zeit der Metamorphose hat sich die Larve einen Kokon gesponnen, aus welchem sie jedoch ebenfalls nicht allein herauszukriechen vermag. Auch dabei müssen

ihr die Arbeiter behilflich sein, indem sie die Seide durchschneiden, die Schale zerreifsen und das ganz schwache Tierchen befreien, worauf die leeren Kokons dann in entfernte Zellen gegeben werden. So entstehen Männchen, Weibchen und Geschlechtslose. Die Männchen und Weibchen fliegen fort, und nur einige der letzteren kehren später zurück, um Eier zu legen. Die „Neutralen“ verlassen den Ameisenhaufen garnicht; sobald sie ein wenig kräftig geworden, verrichten sie alle Arbeiten, die ihnen, ohne dafs sie dieselben irgendwie lernen, der Instinkt eingibt: Ausbesserung und Instandhaltung des Hauses im Innern, Herbeischaffung nützlicher Stoffe, Erbeutung von Blattläusen — bekanntlich die Milchlieferanten der Ameisen — Verproviantierung u. s. w. Das sind gewifs schon aufserordentliche Instinkte, aber es gibt einen Instinkt, mit dem wir uns näher beschäftigen müssen, der speziell bei gewissen Gattungen ausgebildet und unstreitig der höchste ist, den man bisher bei den Tieren kennt.

An dem obengenannten Tage nun promenierte der in Genf ansässige Huber zwischen 4 und 5 Uhr nachmittags in der Umgebung dieser Stadt. Da wurde er eines Schwarmes grofser roter Ameisen gewahr, die des Weges daherkamen. Der Marsch ging in guter Ordnung vor sich. Die Front hatte eine Breite von 3—4 Zoll, während die Länge des Zuges 8—10 Fufs betrug. Huber folgte ihm, überstieg mit ihm eine Hecke und befand sich nun auf einer Wiese. Das hohe Gras war dem Vorschreiten der Ameisen offenbar hinderlich, aber davon liefsen sie sich nicht anfechten. Sie hatten ein Ziel vor Augen, welches sie zu erreichen strebten. Es war dies ein Nest einer anderen Gattung von Ameisen, der schwarzgrauen, deren Behausung sich etwa zwanzig Schritte von der Hecke im Grase befand. Einige der Schwarzen, wahrscheinlich als Schildwachen amtierend, umgaben den Haufen und zogen, sobald sie in den nahenden Fremden Feinde erkannt hatten, auf diese los, einige alarmierten die Mitbürger im Innern. Die Belagerten kamen in grofser Menge heraus. Die Angreifer fielen über sie her und warfen sie nach einem kurzen, aber sehr lebhaften Kampfe in ihr Loch zurück. Ein Korps der Roten stürzt den Besiegten in die Eingänge nach. Andere arbeiten eifrig mit den Zähnen, um an den Seitenteilen des Ameisenhaufens eine Öffnung zu schaffen. Es gelingt, und der dritte Teil der Truppen dringt durch die entstandene Bresche in die eroberte Stadt. Huber hatte schon Ameisenschlachten und -Vertilgungen gesehen und setzte voraus, dafs man sich in den unterirdischen Gewölben erwürgen werde. Wie grofs war daher sein Erstaunen, als nach 3—4 Minuten

die Roten in voller Eile wieder herauskamen und jede von ihnen eine Larve oder Puppe von den Schwarzen trug! Die Angreifer legten nunmehr dieselbe Strecke auf dieselbe Art zurück; wie sie gekommen waren, überschritten sie die Hecke und richteten sich dann gegen ein in voller Reife stehendes Kornfeld. Der rechtschaffene Genfer Bürger, der ihnen abermals gefolgt war, hatte zuviel Achtung vor fremdem Eigentum, um es auch ferner zu tun.

Diese „Expedition“ erregte bei Huber ein leicht hegreifliches Erstaunen. Er forschte nach und entdeckte zu seiner nicht geringen Überraschung, dafs manche Ameisenhaufen gemeinsam von zwei Arten, die zwei Kasten bilden, bewohnt sind. Die einen nennt er Amazonen oder Soldaten — „Namen, die ihrem kriegerischen Charakter analog sind“, wie er sich selbst ausdrückt —, die anderen „Auxiliaires“, was wir hier mit Arbeiter oder Gesinde übersetzen würden, doch pafst die letztere Bezeichnung, wenn auch dem Sinne nach, nicht auf die Stellung, die diese Kaste einnimmt. Denn diese allein entscheidet über die materiellen Interessen der Gemeinschaft, über Vergröfserungen und Erweiterungen, über die Notwendigkeit von Auswanderungen und die dazu zu verwendenden Örtlichkeiten. Freilich plagt sie sich dafür auch gehörig: sie tut alles, was wir oben bei den Arbeitern erwähnt. Sie sorgt für die Haushaltung, öffnet die Tore des Morgens und schliefst sie am Abend; sie sucht die Nahrung und nährt sich, die Soldaten und die Larven. Sie erzieht endlich sowohl die eigenen geflügelten Larven als die ungeflügelten der Amazonen.

Die Soldaten arbeiten gar nicht, sie haben sich nur mit Kriegsführung, mit Raub von Puppen und Larven zu befassen. An jedem schönen Tage ziehen sie bei Sonnenuntergang gegen die in der Umgebung befindlichen arbeitsamen und friedlichen „Kollegen“ zu Felde und brandschatzen, was das Zeug hält. Sonst sind sie den ganzen Tag hindurch Müssiggänger, geradezu Faullenzer. Huber vermutete, dafs die Herren Krieger von ihren Unterhaltern wohl abhängig sein dürften und machte ein diese Meinung vollkommen bestätigendes Experiment, welches dartat, dafs die wilden Schlachtenhelden von Hauswirtschaft keinen Begriff haben und sich zu keiner häuslichen Arbeit verstehen können. Huber belegte nämlich den Boden einer verglasten Schuhlade mit Erde, brachte darauf 30 Amazonen und eine gewisse Anzahl von Larven und Puppen, zur Hälfte aus Soldaten, zur Hälfte aus Arbeitern bestehend. Zur Nahrung legte er in die Ecke ein bischen Honig. Anfangs machten die Amazonen Miene, sich um die Larven zu bekümmern und trugen sie ein wenig umher, gar bald aber

hörten sie mit dieser Beschäftigung auf. Nicht einmal essen konnten sie allein, so dafs nach 2 Tagen bereits einige neben dem Honig Hungers starben. Alle übrigen waren jedoch kraftlos, trotzdem sie auch sonst gar nichts getan hatten, nicht einmal eine Zelle gebaut. Nun brachte Huber eine Arbeiterin herbei, und diese einzig und allein stellte die Ordnung wieder her, machte ein Kämmerchen in die Erde, gab die „Jungen“ hinein, befreite die Puppen aus den Kokons und rettete allen noch Lebenden das Leben. Doch kann man nicht sagen, dafs eine der Kasten in der Gemeinschaft die Regierung oder gar Despotismus ausübt. L. K.





Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

(Fortsetzung aus No. 8.)

Dannemann, Fr. Grundrifs einer Geschichte der Naturwissenschaften. II. Band. II. Aufl. Leipzig, Wilh. Engelmann, 1904.

Donath, B. Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen. Zweite verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 140 Abbildungen im Text und 3 Tafeln. Berlin, Reuther & Reichard, 1903.

Eder, J. M. Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1903. Unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner. XVII. Jahrgang. Mit 220 Abbildungen im Text und 27 Kunstbeilagen. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Eder, J. M. Die Photographie mit Chlorsilber-Gelatine. Mit 20 Abbildungen. Fünfte vermehrte und verbesserte Auflage. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Ergebnisse der Meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Herzegowina im Jahre 1899. Herausgegeben von der Bosnisch-Herzegowinischen Landesregierung. Wien 1902.

Esser, P. Das Pflanzenmaterial für den botanischen Unterricht. I. Teil. Anzucht, Vermehrung und Kultur der Pflanzen.

Exner, Fr. u. E. Haschek. Wellenlängen-Tabellen für spektralanalytische Untersuchungen auf Grund der ultravioletten Bogenspektren der Elemente. I. und II. Teil. Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1904.

Ferchland, P. Grundrifs der reinen und angewandten Elektrochemie. Mit 59 Figuren im Text. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Flammarion, C. Gott in der Natur. Aus dem Französischen mit Genehmigung des Verfassers übersetzt von Ph. Fr. Geiguli. Halle a. S., Otto Hendel.

Fortschritte der Physik. Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Halbmonatliches Literaturverzeichnis, redigiert von Karl Scheel und Rich. Afsmann. 2. Jahrgang 8–24, 3. Jahrgang 1–10.

Gelcich, E. Die astronomische Bestimmung der geographischen Koordinaten. Mit 46 Holzschnitten im Texte. Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1904.

Haentzschel, E. Das Erdsphäroid und seine Abbildung. Mit 16 Textabbildungen. Leipzig, B. G. Teubner.

Harperath, L. Sind die Grundlagen der heutigen Astronomie, Physik, Chemie haltbar? Vortrag, gehalten in der 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Cassel. Berlin, Mayer & Müller, 1903.

Helfenstein, A. Die Energie und ihre Formen. Leipzig und Wien, Fr. Deuticke, 1903.

v. Hübl, A. Die Ozotypie. Ein Verfahren zur Herstellung von Pigmentkopien ohne Übertragung. (Enzyklopädie der Photographie, Heft 47.) Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Hübners, O, Geographisch-statistische Tabellen aller Länder der Erde. Herausgegeben von Prof. Fr. v. Juraschek. Ausgabe 1903.

Kollert, J. Katechismus der Physik. Sechste verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 364 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, J. J. Weber, 1903.

Kraus, H. u. C. E. Motion. The fundamental principles of mechanics, or the mechanics of the universe. New York 1903,

Kropotkin, P. Gegenseitige Hilfe in der Entwickelung. Autorisierte deutsche Ausgabe, besorgt von Gustav Landauer. Leipzig, Th. Thomas, 1904.

Lichtneckert. J. Neue wissenschaftliche Lebenslehre des Weltalls. Der Ideal- oder Selbstzweckmaterialismus als die absolute Philosophie. Leipzig. Oswald Mutze, 1904.

Monaco, A. Eine Seemanns-Laufbahn. Autorisierte Übersetzung aus dem Französischen von Alfr. H. Fried. Berlin, Boll & Pickardt, 1903.

Mühlberg, F. Zweck und Umfang des Unterrichts in der Naturgeschichte an höheren Mittelschulen mit besonderer Berücksichtigung der Gymnasien. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1903.

Müllor, A. Nicolaus Copernicus, der Altmeister der neuen Astronomie. Ein Lebens- und Kulturbild. Freiburg i. Br. Herdersche Verlagsbandlung.

Nippoldt, A. Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. Mit 3 Tafeln und 14 Figuren. Leipzig, Göschenscher Verlag, 1903.

Observations of variable stars made in the years 1884—1890. Part I. The Observations. J. G. Hagen S. J. Washington D. C. 1901.

Pernter, J. M. Allerlei Methoden, das Wetter zu prophezeien. Vortrag, gehalten den 14. Januar 1903. Mit 8 Abbildungen im Text. Wien 1903.

Peters, C. Sonne und Seele. Leipzig, Aug. Preis, 1903.

Pizzighelli, G. Anleitung zur Photographie. Mit 205 in den Text gedruckten Abbildungen und 24 Tafeln. Elfte vermehrte und verbesserte Auflage.

Pizzighelli, G. Die photographischen Prozesse. Dargestellt für Amateure und Touristen. Dritte verbesserte Auflage, bearbeitet von Curt Mischewski. Mit 221 in den Text gedruckten Abbildungen. (Handbuch der Photographie. Bd. II.) Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Pietzmann, G. Die Beobachtuugen der Lufttemperatur während der totalen Sonnenfinsternis vom 22. Januar 1898 in Indien. Mit 2 Tafeln No. XX bis XXI. Halle, Ehrhardt Karras, 1903.

Plafsmann, J. Mathematische Geographie. Ein Leitfaden, zunächst für die oberen Klassen höherer Lehranstalten. Fünfte verbesserte Auflage. Mit 50 in den Text gedruckten Figuren und einer grofsen Sternkarte. Paderborn, Ferd. Schöningh, 1903.

Portig, G. Die Grundzüge der monistischen und dualistischen Weltanschauung unter Berücksichtigung des neuesten Standes der Naturwissenschaft. 1.—3. Tausend. Stuttgart, Max Kielmann, 1904.

Publications of the Lick Observatory. Vol. VI. University of California publications.

Ramsay, W. Einige Betrachtungen über das periodische Gesetz der Elemente. Vortrag auf der 78. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Cassel. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1903.

Redlich, R. Vom Drachen zu Babel. (Souderabdruck.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903.

Rellstab, L. Die elektrische Telegraphie. Mit 19 Figuren. Leipzig, Göschenscher Verlag, 1903.

Schiaparelli, G. L'Astronomia nell' Antico Testamento. Milano, Ulrico Hoepli, 1903.

Schlee, P. Schülerübungen in der elementaren Astronomie. Mit zwei in den Text gedruckten Figuren. Leipzig, B. G. Teubner, 1903.

Schoenichen, W. Die Abstammungslehre im Unterrichte der Schule. Mit 14 Figuren im Text und 2 schematischen Darstellungen. Leipzig, B. G. Teubner, 1903.

Schmidt, W. Astronomische Erdkunde. Mit 81 Holzschnitten im Text und 3 lithogr. Tafeln. Leipzig, Fr. Deuticke, 1903.

Schubert, Theodor. Die Entstehung der Planeten- Sonnen- und Doppelsternsysteme und aller Bewegungen in denselben aus den Elementen ihrer Bahnlinien nachgewiesen. Bunzlau, G. Kreuschmer, 1903.

Stadelmann, H. Das Wesen der Psychose auf Grundlage moderner naturwissenschaftlicher Anschauung. Heft I. Das psychische Geschehen. Würzburg, Ballhorn & Cramer Nachf., 1904.

Stark, J. Die Dissoziierung und Leitung chemischer Atome. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1903.

Stolze, F. Chemie für Photographen. Unter besonderer Berücksichtigung des photographischen Fachunterrichtes. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Untersuchung über die Eigenbewegung von Sternen in der Zone 65°—70° nördlicher Deklination von J. Fr. Schroeter. Christiania, Faritius u. Sonner A/S.

v. Uslar, M. Das Gold. Sein Vorkommen, seine Gewinnung und Bearbeitung. Mit 19 Abbildungen im Texte und 2 Tafeln. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Veröffentlichungen des Königlichen Astronomischen Rechen-Instituts zu Berlin No. 22. Genäherte Oppositions-Ephemeriden von 41 kleinen Planeten für 1904, Januar bis August. Unter Mitwirkung mehrerer Astronomen.

Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der Kaiserlichen und Königlichen Kriegs-Marine in Pola. Gruppe II: Jahrbuch der Meteorologischen, Erdmagnetischen und Seismischen Beobachtungen. Neue Folge VII. Band. Beobachtungen des Jahres 1902. Gruppe V: Internationale erdmagnetische Cooperation 1902—1903. Erdmagnetische Simultan-Beobachtungen während der Südpolarforschung in den Jahren 1902—1903. Pola, Gerold & Sohn, 1903.

Wiesner, V. Das Werden der Welt und ihre Zukunft. Wien, Stähelin & Lauenstein, 1903.

Wislicenus, W. Die Lehre von den Grundstoffen. Tübingen, Franz Pietzcker, 1903.

Zehnder, L. Das Leben im Weltall. Mit 1 Tafel. Tübingen, J. C. B. Mohr, 1904.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

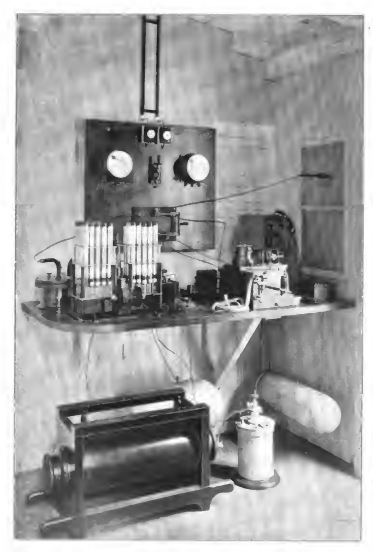


Fig. 18. **Inneres einer vollständigen Station für Funkentelegraphie.**



Entwickelungsgang der drahtlosen Telegraphie.

Von Dr. phil **Gustav Eichhorn** in Berlin.

Die alten Vorstellungen über unvermittelte Fernwirkungen elektrischer Kräfte waren durch die urwüchsig natürlichen Anschauungen von Michael Faraday ins Wanken gebracht, aber erst das Genie eines Maxwell erfaßte die ganze Größe und Originalität dieser Denkungsweise; sie begeisterte ihn zur Ausgestaltung eines Meisterwerkes, das wie durch Wirkung einer wissenschaftlichen Intuition entstanden zu sein scheint. Maxwells elektromagnetische Lichttheorie ist eins der gewaltigsten Denkmäler menschlichen Vermögens. Wie Licht, so sollten auch elektrische Kraftausbreitungen nicht zeitlos den Raum überspringen, sondern dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit von 300000 Kilometern in der Sekunde besitzen; ja beide Phänomene sollten überhaupt qualitativ nichts Differentes sein und sich nur durch ihre Wellenlängen voneinander unterscheiden. Zur Wahrnehmung ungeheuer schneller Lichtschwingungen, denen Wellenlängen von einigen zehntausendstel Millimeter zugehörig sind, besitzen wir ein Organ, nämlich das Auge; es fehlt uns ein solches dagegen für die viel langsameren elektrischen Schwingungen mit Wellenlängen von hunderten und tausenden von Metern. Beide Erscheinungen spielen sich ab in dem Medium, auf dessen Annahme wir mit Notwendigkeit hingewiesen sind; es erfüllt wie ein gewaltiger Ozean den ganzen Weltenraum; es ist ein gewisses Etwas von unmeßbarer Feinheit und doch mit Eigenschaften einer idealen Flüssigkeit, alle Materie durchdringend, ja in offenbarer Beziehung zu ihr und dennoch von bestimmter, elastischer Starrheit; wir nennen dieses Medium den „Weltäther“. Über seine Wesenheit ist die wissenschaftliche Diskussion noch nicht abgeschlossen, über seine reale Existenz scheint jedoch kein Zweifel mehr zu bestehen,

und die neuesten Forschungen über Elektronen führen vielleicht schon in kurzem zu mehr adäquaten Begriffen.

Wenn es möglich war, künstlich solche elektrischen Wellen im Äther zu erzeugen und ihre Ausbreitung zu verfolgen, so war durch Maxwells geniale Theorie ein festes Fundament gelegt für eine neue Vorstellungsweise elektrischer Kraftausbreitung, welche auch dem natürlichen Geiste verständlich sein mufste.

Das war zunächst nicht der Fall, ja, da die Natur uns ein Organ für die direkte Wahrnehmung elektrischer Wellen versagt hat, schien es überhaupt fraglich, ob es je gelingen würde, den fehlenden, aber erforderlichen experimentellen Nachweis derselben zu erbringen.

Da trat unser Heinrich Rudolf Hertz auf den Plan. Eine ganz ungewöhnlich experimentelle Geschicklichkeit, ein selten feiner Sinn für die Wahrnehmung unscheinbarer Regungen von Naturgesetzen stellen ihn direkt an die Seite von Faraday; mit Maxwell verbindet ihn dieselbe mathematische Begabung und Befähigung zu schärfster logischer Deduktion. Ein qualvolles Geschick schien dieses Genie, das der Menschheit so viel versprach, in einer kurzen Spanne Zeit zu höchster Intensität entfacht zu haben, um es dann jäh und grausam zu vernichten.

Heinrich Hertz legte durch seine klassischen „Untersuchungen über die Ausbreitung elektrischer Kraft" den fehlenden Schlufsstein in dem Fundament, auf dem nun bald ein mächtiger Bau sich erheben sollte.

* * *

Betrachten wir nun in aller Kürze, wie Hertz vorging, um schnelle elektrische Schwingungen im Äther zu erzeugen, welche Wellen aussenden mufsten, und wie er solche dann nachwies.

Fig. 1 zeigt schematisch den Erzeuger der Oszillationen, den „Oszillator".

Zwei Metallplatten sind durch einen Draht miteinander verbunden, der durch eine kleine Funkenstrecke F_1 F_2 unterbrochen ist. Durch eine Elektrisiermaschine oder von den Sekundärpolen eines Induktoriums aus werden die Platten entgegengesetzt bis zu einem ihrer Kapazität entsprechenden Maximum geladen, dann setzt die Entladung ein vermittels eines Funkens zwischen F_1 und F_2, und es bildet sich ein elektrischer Strom. Derselbe schwillt an bis zu einem gröfsten Wert und ladet nun, weiterfliefsend, weil er nicht plötzlich aufhören kann, die Platten in entgegengesetztem Sinne. Dann wiederholt sich das

Spiel in umgekehrter Richtung, und wir hätten in alle Ewigkeit fortdauernd dasselbe wechselnde Bild, wenn nicht Energieverluste die Schwingungen immer kleiner und kleiner werden liefsen und sie endlich ganz zum Verklingen brächten. Man denke an ein Pendel, das man aus seiner Ruhelage gehoben hat und dann losläfst; es schwingt hin und her, theoretisch für alle Zeiten, in Wirklichkeit nur eine längere oder kürzere Zeit, bis seine Energie infolge von Verlusten durch Reibung und Luftwiderstand verbraucht ist. Diese Analogie führt uns aber noch weiter. Die Schwingungsdauer des Pendels hängt bekanntlich von seinen Dimensionen ab, und bei dem elektrischen System der sich entladenden Platten ist es nicht anders. Im letzteren Falle sind es die Werte der Kapazität und Selbstinduktion, welche die Schwingungsdauer bestimmen. Die Kapazität ist die Gröfse der elektrischen Aufnahmefähigkeit der Platten bei einer bestimmten Spannung,

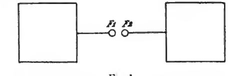


Fig. 1

genau wie etwa eine Flasche ein gewisses Fassungsvermögen für Luft bei einem bestimmten Druck hat. Die andere Gröfse, die Selbstinduktion ist eigentlich der für elektrische Schwingungen spezifische Faktor; sie hängt ab von der Form des Leiters und hat in Spulenform ihren gröfsten Wert. Sie ist es, welche dem Vorgang das Charakteristikum verleiht, so dafs es aussieht, als hätten wir es bei der Elektrizität mit bestimmten Massen zu tun, die Beharrungsvermögen haben. Das ist nun zwar nicht ganz wörtlich zutreffend, doch ist in den Wirkungsäufserungen eine solche Analogie vorhanden, dafs wir die Selbstinduktion als das elektromagnetische Beharrungsvermögen bezeichnen können.

Wie die Figur 1 erkennen läfst, bildet die Strombahn in diesem Hertzschen Oszillator keinen metallisch geschlossenen Kreis; die Elektrizität schwingt vielmehr in einer offenen Strombahn zwischen den Platten durch den verbindenden Draht und die Funkenstrecke hin und her. Das ist sehr wesentlich, wie wir noch später klarer einsehen werden, denn nur eine offene Strombahn vermag die Energie nach aufsen abzugeben, und nur so hat Hertz die Möglichkeit einer elektrischen Ausstrahlung realisiert.

Betrachten wir nun weiter die Methode, mit welcher Hertz das Vorhandensein elektrischer Wellen im Raume nachwies, so bekommen wir erst einen richtigen Begriff von seinem Genie und seiner Geschicklichkeit.

Hertz sagte sich, dafs die elektrischen Schwingungen wieder schwingende elektrische Ströme in entfernten Leitern erzeugen und sich durch Funkenbildung daselbst verraten müfsten, wenn zwischen „Oszillator“ und „Resonator“ — so nannte Hertz den für seine Zwecke besonders konstruierten, entfernten Leiter — die Bedingung der Resonanz verwirklicht war. Wie wir noch sehen werden, ist das Produkt aus Kapazität und Selbstinduktion das Mafs für die Schwingungsdauer bei elektrischen Oszillationen, welche also in beiden Fällen numerisch denselben Wert haben mufs.

Bezüglich des Prinzips der Resonanz erinnere man sich daran, dafs eine erregte Stimmgabel eine andere zum Mittönen ohne Berührung bringen kann, wenn beide ganz gleiche Schwingungsdauer besitzen.

Figur 2 zeigt den Hertzschen „Resonator“.

Ein Metallring ist durch eine minimale Luftstrecke zwischen den Kugeln F_1 und F_2 unterbrochen, die durch eine Mikrometerschraube in ihrem Abstand voneinander verstellbar sind. Mit diesem Resonator tastete Hertz den Raum ab, in welchem er elektrische Wellen erzeugte, nachdem er vorher durch längeren Aufenthalt in völliger Dunkelheit sein Auge auch für die schwächste Lichtwirkung empfänglich gemacht hatte. Aus den auftretenden mikroskopisch kleinen Fünkchen, aus ihrer wechselnden Gröfse, ihrem Verschwinden und Wiederauftauchen zog Hertz die Schlüsse über die Art der Ausbreitung der elektrischen Kraft im Raum; er wiederholte quasi rein optisch, jedoch mit Apparaten, die den spezifischen Eigenschaften und Längen seiner elektrischen Wellen angepafst waren, sämtliche Versuche über Reflexion, Brechung, Beugung und Polarisation, ja er mafs sogar durch Ausbildung stehender Wellen in dem beschränkten Raum seines Laboratoriums den genauen Wert der gewaltigen Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen.

Hertz beschäftigte sich in diesen Versuchen mit Oszillationen, bei denen die Elektrizität 50 millionenmal in der Sekunde hin und her schwang und die sich ausbreitenden Wellen eine Länge von 6 m hatten. Später gingen er selbst und andere Forscher zur Erzeugung immer schnellerer Schwingungen über, um möglichst kurze Wellen zu erhalten. Es ist sehr interessant, sich eine Vorstellung zu machen über die Dimensionen einer Strombahn, die fähig wäre, so schnelle

Ätherschwingungen zu erzeugen, dafs letztere uns als Licht, welches ja nichts anderes sein soll wie eine elektrische Oszillation, erscheinen würden. Eine einfache Rechnung weist uns sofort auf atomistische Dimensionen hin, und es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dafs, wenn wir befähigt wären, elektrische Vibrationen in solchen atomistischen Stromkreisen direkt hervorzubringen und aufrechtzuerhalten, wir die Methode gefunden hätten, in direkter Weise Licht zu erzeugen. Unsere heutige Methode, nach der wir erst die Molekeln durch Wärme erschüttern müssen, um sukzessive zu den Lichtstrahlen zu gelangen, ist die denkbar unökonomischste; es ist etwa so, als erzeugten wir das ganze Sturmgebraus von Tönen einer Orgel, um ein hohes Register darin mit wahrzunehmen.

Fig. 2.

Sofort nachdem diese Aufsehen erregenden Hertzschen Versuche bekannt geworden waren, erhielt Hertz von dem bayerischen Ingenieur Huber eine Anfrage, ob sich auf Grund derselben eine Telegraphie ohne metallischen Leiter ausbilden lasse.

Hertz antwortete verneinend, was wohl niemand verwundern wird angesichts der Hilfsmittel, mit denen Hertz operierte, und mit



Fig. 3.

denen wohl ein Künstler seines Berufes Meisterhaftes leisten konnte, die aber dennoch für praktische Anwendung von vornherein als gänzlich ungeeignet erscheinen mufsten.

Da machte im Jahre 1890 der Franzose Branly eine merkwürdige Entdeckung, welche mit einem Schlage diese äufserliche Schwierigkeit beseitigte und zur Herstellung eines kleinen Instrumentes führte, welches heute die Seele der praktischen „Telegraphie ohne Draht“ bildet, nämlich des Cohärers oder Fritters. Derselbe besteht aus Metallfeilicht oder Metallkörnern, welche sich in einem kleinen Raum zwischen zwei sich nahe gegenüberstehenden Metallflächen befinden. Das Ganze wird in ein Röhrchen von Hartgummi oder Glas eingeschlossen, wie es Fig. 3 erkennen läfst.

Infolge von Oxydation an seiner Oberfläche setzt dieses fein zerteilte Metall, in einen schwachen Stromkreis eingeschaltet, für gewöhnlich dem Durchgang des Stromes einen unüberwindlichen Wider-

stand entgegen. Sobald nun aber elektrische Wellen auftreffen, sinkt der Widerstand plötzlich auf einen sehr kleinen Wert, und der Strom kann passieren.

Man stellt sich den Vorgang so vor, dafs durch den Einflufs der Wellen nicht wahrnehmbare kleine Fünkchen zwischen den Metallteilchen übergehen und letztere dadurch gewissermafsen aneinander „gefrittet“ werden. Es bildet sich eine rein metallische Brücke, welche der Strom leicht passieren kann, die aber durch geringe mechanische Erschütterung wieder zum Einsturz zu bringen ist.

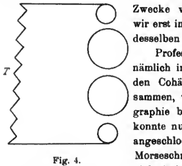


Fig. 4.

Jetzt hatte man einen äufserst empfindlichen Indikator für elektrische Impulse, der auch für praktische Zwecke verwendbar war; dennoch sehen wir erst im Jahre 1895 die erste Anwendung desselben aufserhalb des Laboratoriums.

Professor Popoff in Kronstadt schaltete nämlich in den Stromkreis eines Elementes den Cohärer noch mit einem Relais zusammen, wie es in der gewöhnlichen Telegraphie benutzt wird. In üblicher Weise konnte nun vermittels des Relais in einem angeschlossenen stärkeren Batteriestrom ein Morseschreiber, gleichzeitig aber auch eine elektrische Klingel betätigt werden, deren Klöppel den Cohärer, sobald er leitend geworden war, durch einen sanften Schlag aufrüttelte und ihn so in seinen gewöhnlichen, nicht leitenden Zustand zurückversetzte.

Den einen Pol des Cohärers verband Popoff mit einem Blitzableiter, während er den anderen Pol mit der Erde in Verbindung brachte. Diese Einrichtung diente zunächst zur Registrierung von luftelektrischen Entladungen, die auf diese Weise automatisch zeitlich verfolgt werden konnten. Popoff sprach aber bereits den Gedanken aus, dafs seine Anordnungen zweifellos einen zuverlässigen „Empfänger“ für eine drahtlose Telegraphie abgeben würden. Es fehle für letztere jetzt eigentlich nur noch ein kräftiger „Geber“ zum Aussenden genügend intensiver elektrischer Impulse, um gröfsere Entfernungen telegraphisch ohne Drahtverbindung zu überbrücken.

Mit einigem Erstaunen wird wohl mancher Leser in den bisherigen Erörterungen den Namen von Marconi vermifst haben, der doch so vielfach als der Erfinder der drahtlosen Telegraphie gepriesen wird. Das ist eine Übertreibung, an der Marconi selbst



wohl die geringste Schuld hat. An den prinzipiellen Errungenschaften hat Marconi kein eigenes Verdienst, dagegen entfaltete er ein bemerkenswertes Talent, das im wesentlichen Bekannte auszugestalten und es für praktische Zwecke erst wirklich brauchbar zu machen. Auch mufs man die Energie und rastlose Tätigkeit bewundern, mit denen er die sich ihm entgegenstellenden Hindernisse zu überwinden wufste. Marconi hatte die Vorlesungen bei Professor Righi in Bologna gehört, in denen sich jener viel mit der Wiederholung der Hertzschen Versuche beschäftigte und besonders darauf bedacht war, mit möglichst schnellen Schwingungen, also sehr kleinen Wellenlängen, zu arbeiten. Fig. 4 zeigt schematisch die Anordnung von Righi.

Das Induktorium ladet zunächst die kleinen Kugeln; diese entladen sich dann auf die grofsen „Oszillatorkugeln", und sobald ein Funke zwischen letzteren überschlägt, entstehen die wirksamen Oszillationen, deren Wellenlängen von den Dimensionen dieser Kugeln abhängen. Righi gelangte so zu Wellenlängen von nur einigen Millimetern.

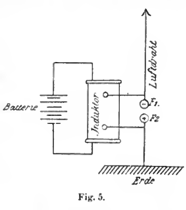


Fig. 5.

Marconi, der seine Versuche auf dem Landgute seines Vaters begann, hielt sich zunächst eng an die Righischen Dispositionen; weiter fand er aber sehr bald heraus, dafs die Fernwirkung ganz beträchtlich gesteigert werden könne, wenn er den einen Pol mit einem hoch in die Luft geführten Draht verband und den anderen an die Erde legte. Fig. 5 zeigt diese Dispositionen mit der einfachen Funkenstrecke F_1 F_2, wie solche Marconi später benutzte.

Nach dem Vorhergesagten dürfte eine weitere Erläuterung nicht erforderlich sein. Im übrigen haben wir ein Beispiel dafür, dafs gelegentlich prinzipiell unrichtige Anschauungen und Motive dennoch auf den richtigen Weg und zu grofsen Resultaten führen können. Marconi glaubte nämlich, mit den kleinen Righischen Wellen zu operieren, und schrieb dem Luftdraht keine andere Funktion zu, als die Ausstrahlung auf seiner ganzen Länge zu vermitteln. In Wirklichkeit war das Ganze nichts anderes als ein vertikaler Hertzscher Oszillator, und die Wellenlänge betrug jedesmal die vierfache Länge der

von Marconi benutzten Luftdrähte. Wir werden auf diesen wichtigen Gegenstand später noch einmal zurückkommen, weshalb wir uns an dieser Stelle mit dem blofsen Hinweis begnügen können.

Als „Empfänger" benutzte Marconi die früher beschriebenen Anordnungen von Popoff — man sagt unabhängig von letzterem, aber jedenfalls nach ihm. Fig. 6 zeigt die ganze Schaltung.

In diesen Empfangsdispositionen, deren Arbeitsweise wir klargelegt haben, ist der eine Pol des Cohärers ebenfalls mit einem Luftdraht in Verbindung gebracht, während der andere Pol mit der Erde verbunden ist.

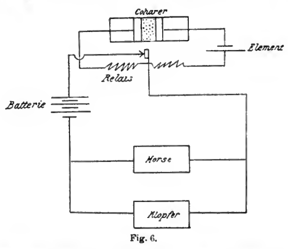


Fig. 6.

Jeder elektrische Impuls erzeugt in diesem System auf dem Morseschreiber einen Punkt und viele Impulse in rascher Aufeinanderfolge einen Strich. so dafs wir durch kürzeres oder längeres Aussenden von elektrischen Wellen nach dem Morsealphabet telegraphieren können.

In tatkräftiger Weise unterstützt von dem verdienstvollen Chef des englischen Telegraphenwesens Preece hat Marconi seine Versuche in immer grösferem Mafsstabe ausführen können und dann zum erstenmal tatsächlich über viele Kilometer ohne Drahtverbindung telegraphiert.

Trotz aller Anstrengungen langte dann aber Marconi sehr bald an den Grenzen der Wirksamkeit an. Woran lag dies? Diese Frage vollständig beantwortet und den weiteren, richtigen Weg gewiesen zu

haben, der zu ganz ungeahnten Fortschritten und Leistungen führte, ist das alleinige, grofse Verdienst von Profeeeor Braun in Strafeburg. Seine Priorität und die Richtigkeit seiner zielhewufsten Anschauungen iet heute allgemein anerkannt, nachdem die Fehde zwischen ihm und Slaby-Arco, deren selbständige Verdienste nicht verkannt werden dürfen, kürzlich zu Ende gebracht wurde. Aus der ehemaligen Firma Geeellschaft für drahtloee Telegraphie, System Professor Braun-Siemene & Halske, und der Abteilung der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft für Funkentelegraphie, System Slaby-Arco, hat sich nunmehr die „Geeellechaft für drahtloee Telegraphie, System Telefunken", zu vereinter vermehrter Tätigkeit gebildet.

Auch Marconi hatte sehr hald die gewaltige Überlegenheit des Braunschen Systems erkannt und benutzt dasselbe ehenfalls heute ausschliefslich. Dieses Verfahren könnte ihm mit Fug und Recht von der Deutschen Gesellschaft als widerrechtliche Patentverletzung bestritten werden, aher zum Kriegführen gehört Geld und nochmals Geld, und in diesem Punkte ist die deutsche Gesellschaft der grofszügig organisierten Marconi-Gesellschaft noch hei weitem nicht ebenbürtig.

Um die Überlegungen von Professor Braun zu verstehen, müssen wir einen Augenblick zu den Hertzschen Versuchen zurückkehren und uns die wissenschaftlichen Prinzipien derselben vor Augen führen. Hertz hatte in eeinen speziellen Dispoeitionen nur eine hesondere Anwendung gemacht, nämlich die schon lange vor ihm bekannten Tatsache benutzt, dafs Ladungs- oder Entladungs-Erscheinungen in einer Strombahn, die Kapazität und Selbstinduktion enthält, unter gewissen Bedingungen einen oszillatoriechen Charakter haben müssen.

Helmholtz hatte bereits darauf hingewiesen mit Bezug auf die Entladungen von Leydener Flaschen.

Sir W. Thomson (Lord Kelvin) in England und Kirchhoff in Deutschland griffen dann unabhängig voneinander das Problem rein mathematisch an und gelangten zu berühmten Formulierungen, welche die Vorgänge vollständig beschreihen. Nicht in allen Fällen erhalten wir bei elektrischen Entladungen die besprochenen Schwingungen, sondern es mufs in der Beziehung zwischen Kapazität, Selbstinduktion und Widerstand eine ganz bestimmte Bedingung erfüllt sein, deren Berücksichtigung natürlich auch für die Praxis der drahtlosen Telegraphie eine Notwendigkeit ist.

Die Rechnung liefert ferner einen hestimmten Ausdruck für die Dauer der erzeugten elektrischen Schwingungen, und zwar ist das

Produkt aus Kapazität und Selbstinduktion ein Mafs für die Schwingungsdauer.

Feddereen verifizierte dann durch äufserst geechickte Versuche die Theorie bie in alls Einzelheiten, und viele Phyeiker nach ihm haben beeonders die Formel für die Schwingungsdauer in weiten Grenzen empiriech geprüft und eie in völliger Übereinstimmung mit den experimentellen Ergebniseen gefunden. Für den mathematischen Naturforscher hat diee ein beeonderes Interesse, weil ee zeigt, wie die Rechnung zu Reultaten führen kann, die vorauszueehen wir nicht imstande waren, weil unser Vorstellungsvermögen den unaufhörlich veränderlichen Vorgängen nicht folgen kann.

Auf dieeem Boden bekannter wiesenechaftlicher Tatsachen stand Hertz, ale er seinen Oszillator konetruierte, der elektrische Schwingungen eowohl erzeugte als auesandte.

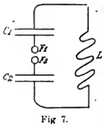


Fig 7.

Ale Professor Braun eeine Kraft in den Dienet der praktischen Telegraphie ohne Draht etellte, wies er eofort auf zwei Übelstände dieser Anordnung, welche ja Marconi benutzte, hin. Erstens konnte der Luftdraht infolge seiner geringen Kapazität nur eehr kleine Energiemengen aufnehmen, und zweitene wurde dieees Wenige sofort ausgeetrahlt, so dafs gewiesermafsen nur kurze etofeartige Impulse erzeugt wurden. Die spezifische Eigenschaft der offenen Strombahn, die empfangene Energie sofort an die Umgehung abzuführen, macht sie gänzlich ungeeignet zur Erzeugung der elektriechen Oszillationen.

Sollten starke Fernwirkungen erzielt werden, so waren gröfeere Energiemengen erforderlich; ee mufete eine inteneive elektrieche Oszillation erzeugt und wie ein kräftiger, langgezogener Ton möglichst lange aufrechterhalten werden.

Nach dieeem Gedankengang benutzte Profeesor Braun zur Erzeugung elektriecher Schwingungen einen geechloesenen Schwingungskreis, der auch grofse Energiemengen aufepeichern konnte (siehe Fig. 7).

Ein Syetem von Leydener Flaschen C_1 C_2, die bekanntlich enorme Elektrizitätsmengen aufnehmen können, hildet zusammen mit einer Selhstinduktionsspule L einen elektrischen Schwingungskreis, der hei der Entladung durch die Funkenstrecke F_1 F_2 vollständig geschlossen ist.

Wären keinerlei Energieverluste vorhanden, so würden eingeleitete Schwingungen in dieser geschlossenen Strombahn ad infinitum fortdauern müssen. Diese Verluste sind aber faktisch nicht ganz vermeidbar, und es ist besonders die Funkenstrecke, welche einen großen Anteil daran hat; ihre Beseitigung ist eins der erstrebenswertesten Probleme in der drahtlosen Telegraphie. Die Schwingungen klingen doch allmählich ab infolge der „Dämpfung" durch Energieverluste, welche aber hier auf das kleinste Maß reduziert ist.

Da es nun aber für jeden Punkt, durch welchen die Elektrizitätsmenge in dieser Kreisbahn fließt, einen symmetrisch gelegenen Punkt gibt, durch welchen die gleiche Elektrizitätsmenge sich nach entgegengesetzter Richtung bewegt, so müssen Wirkungen nach außen sich fast vollständig aufheben.

Nennenswerte Ausstrahlungen elektrischer Kraft sind daher mit dem geschlossenen Schwingungskreis unmöglich.

Das leistet aber gerade die offene Strombahn eines Hertzschen Oszillators. Hier wird die Energie sofort abgegeben, und die elektromagnetische Strahlung wandert mit Lichtgeschwindigkeit in den Raum hinaus.

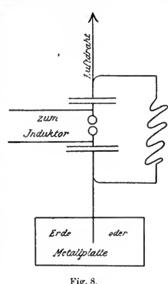


Fig. 8.

Eine Verbindung der offenen mit der geschlossenen Strombahn war daher die logische Konsequenz, zu der Professor Braun auf Grund seiner klaren Anschauungen geführt wurde.

Diese Koppelung kann nun entweder direkt oder induktiv elektromagnetisch geschehen, wie es Figg. 8 und 9 veranschaulichen.

Kurz zusammenfassend, können wir sagen, daß der geschlossene Kreis, in welchem die Schwingungen eingeleitet werden, ein großes Energiereservoir repräsentiert, welches der offenen Strombahn die stark ausstrahlende Energie unaufhörlich nachliefern muß.

Ein wesentliches Moment ist aber noch zu berücksichtigen, wenn wir dieses ganze System zu größter Leistung bringen wollen.

Der elektrisch angestoßene Luftdraht schwingt, wie es Professor

Slaby in einem fesselnden Vortrag gezeigt hat, immer so, dafs an seinem freien Ende ein Spannungsmaximum, also Wellenbauch, auftritt und seine vierfache Länge eine ganze Wellenlänge ergeben würde. Ferner zeigte aber Experiment und Rechnung, dafs auch in jedem Falle der geschlossene Schwingungskreis seine spezifische Schwingung dem Luftdraht aufzwingt. Wollen wir also maximale Wirkung erzielen, so haben wir dafür Sorge zu tragen, dafs die ent-

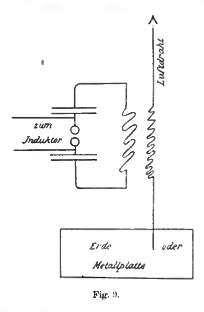


Fig. 9.

stehenden Schwingungen in Übereinstimmung gebracht werden, d. h., dafs wir auf die Ausbildung von Resonanz hinarbeiten müssen.

Man erinnere sich des bekannten akustischen Phänomens, dafs eine angeschlagene, frei gehaltene Stimmgabel fast nicht hörbar ist; es wird aber sofort ein Ton wahrnehmbar, wenn wir sie mit einem Resonanzboden verbinden. Hat dieser nun dieselbe Eigenschwingung wie die Stimmgabel, so erzielt man die maximale Tonstärke. In unserem Falle entspricht der Stimmgabel der geschlossene Schwingungskreis, dem Luftdraht der Resonanzboden. Es wird in übertragenem Sinne ein elektrischer Ton von ganz bestimmter Höhe erzeugt, der durch die allmählich zu ihrem vollen Wert anwachsende Reso-

nanz in maximaler Stärke nun hinüberklingt zu den gleichgestimmten Empfangsdispositionen, um sie kräftig anzuregen.

Die prinzipielle Funktion des Empfängers haben wir bereits früher klargelegt; selbstredend blieben aber auch hier nach den gewonnenen Einsichten die alten Anordnungen nicht lange bestehen.

Anstatt den Luftdraht direkt an den Cohärer zu legen, verband man ihn ebenfalls zunächst mit einem geschlossenen Schwingungskreis, der natürlich bezüglich der Kapazität und Selbstinduktion so dimensioniert sein mufs, dafs er die vom „Geber" kommende

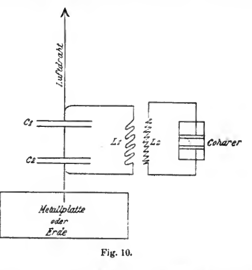


Fig. 10.

Welle aufnehmen kann. Ebenso wie im „Geber", so erfordert auch im „Empfänger" die Anlegung des Luftdrahtes an einer Stelle des Schwingungskreises eine ausbalanzierende Kapazität an einer Symmetriestelle. Dieees elektrische Gegengewicht hat einen bestimmten Wert, der empirisch festzustellen ist; vor kurzem wurde derselbe auch rechnerisch ermittelt vom Professor Drude, der überhaupt viele einschlägigen Verhältnisse der drahtlosen Telegraphie gründlich theoretisch klargestellt hat. Gelegentlich genügt auch eine gute Erdverbindung für praktische Zwecke. Die Wirkungsweise des empfangenden Schwingungskreises erhellt sehr deutlich aus einem Vergleich, den Professor Braun heranzuziehen pflegt; er sagt, dafs derselbe sich nämlich verhalte wie eine grofse Glocke, die auch durch sehr kleine

Anstöfse in Schwingung versetzt und endlich zum Tönen gebracht werden kann, wenn solche unaufhörlich im richtigen Tempo erfolgen.

Die Übertragung der Impulse auf den Cohärer geschieht durch einen zweiten geschlossenen Kreis, der induktiv von dem offenen Schwingungskreis erregt wird, wie es Fig. 10 erkennen läfst.

Wir können auch etwa sagen, dafs die elektrischen Strahlungen



Fig. 11.

in einer solchen Anordnung wie durch eine Linse gesammelt und so in konzentrierter Form auf dem Cohärer zur Wirksamkeit gebracht werden.

Im Vorhergehendem konnte es uns natürlich nur darum zu tun sein, die Grundprinzipien der drahtlosen Telegraphie zu beschreiben, da uns die Erörterung aller wissenschaftlichen und technischen Einzelheiten zu weit führen würde. Nur in einem Punkte wird der Leser

noch eine Aufklärung beanspruchen, nämlich über die Möglichkeit der Störungsfreiheit und Abstimmung bei gleichzeitiger Tätigkeit mehrerer Stationen.

Wir haben bereits gesehen, dafs man darauf bedacht gewesen ist, durch den „Geber“ nur eine einzige, möglichst kräftige, reine Schwingung zu erzeugen, und auf diese allein sollte ein korrespondierender, passend konstruierter, „Empfänger“ ansprechen. Um dies



Fig. 12.

nun aber wirklich zur Ausführung zu bringen, mufs man noch eine ganz bestimmte Vorbedingung erfüllen; es ist nämlich die „Dämpfung“ so klein wie möglich zu machen. Interessant ist es, zu konstatieren, wie bei dem Geber im primären, geschlossenen Schwingungskreis auch nur geringe Vergröfserungen des Ohmschen Widerstandes, der daselbst die Dämpfung mitbestimmt, in ganz enormer Weise die Intensität der Resonanzschwingung im Luftdraht und so die Fernwirkung

herabsetzen. Es ist dies jedoch kaum zu verwundern, da in normalen Dispositionen zur Erzeugung einer 300 Meter-Welle die theoretische Grenze schon bei 50 Ohm liegen kann.

Bei bezüglichen Untersuchungen des „Empfängers" auf den grofsen Ostseestationen Safsnitz — Grofs Möllen, Figuren 11 und 12, welche für Professor Braun (Siemens & Halske) zu leiten, Verfasser dieses Aufsatzes die Ehre hatte, stellte es sich heraus, dafs eine einfache Anordnung nach Fig. 10 für eine feinere Abstimmung ungeeignet war, weil sie wie ein einziges System funktionierte, das durch die

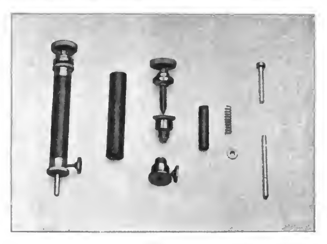


Fig. 13.

Ansätze (Luftdraht — Platte oder Erde) enorm gedämpft wurde. Gründliche theoretische Untersuchungen konnten allein weiterhelfen, und in dieser Hinsicht sind die grundlegenden Arbeiten von Professor M. Wien, Aachen, an erster Stelle zu erwähnen. Auch mein späterer Mitarbeiter und Freund, Dr. Mandelstam in Strafsburg, hatte mathematisch und experimentell bereits Klarheit zu schaffen versucht, und in gemeinsamer harmonischer Arbeit gingen wir dann auf das gesteckte Ziel los.

Wir gelangten zu Abänderungen (die in dieser Abhandlung nicht diskutiert werden können), welche nicht nur eine völlige Störungsfreiheit, sondern auch eine absolut sichere Mehrfachtelegraphie herbeiführten. Es schien uns unumgänglich, darauf hinzuweisen, da in letzter

Zeit wiederholt in Fach- und Tages-Zeitungen behauptet wurde, dafs bisher keine genügend scharfe Abstimmung zu erzielen gewesen wäre.

Im Frühjahr 1903 konnten wir bereits den erschienenen Vertretern des Torpedo-Versuchs-Kommandos diese sichere Mehrfachtelegraphie vorführen, nachdem wir schon seit Monaten täglich mit der Marinefunkenstation auf Arkona (ca. 30 Kilometer von Safenitz) und unserer Gegenstation in Gr. Möllen (ca. 170 Kilometer von Safenitz) gleichzeitig ohne irgend welche Störung gearbeitet hatten.

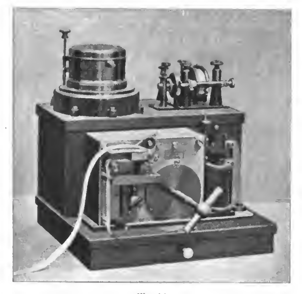


Fig. 14.

Bei der Vorführung entfernte sich S. M. S. „Nymphe", deren Funkenstation mit einer Welle arbeitete, welche nur um etwa 15 % gegen die Wellenlänge unserer Stationen abwich, langsam in der Richtung nach Gr.-Möllen, indem sie ebenso wie wir der Station Gr.-Möllen permanent Telegramme gab.

Bei 10 Kilometer Entfernung begann schon die Störungsfreiheit; von 15 Kilometer ab wurden die differenten Telegramme in tadelloser Reinheit gleichzeitig auf 2 Empfangs-Apparaten registriert, welche in besonderer Weise mit demselben Luftdraht in Safenitz in Verbindung standen.

Da alle Kondensatoren veränderlich waren und jede beliebige Einstellung erzielt werden konnte, so liefs sich auch ein bestimmtes Telegramm, bald der Schiffs- bald der Land-Station, auswählen, um es auf dem einen oder anderen Apparat oder auf beiden zugleich nach Belieben zu produzieren.

Durch solche und ähnliche Variationen bestand die Abstimmung oder besser die drahtlose Mehrfachtelegraphie glänzend ihre Feuerprobe.

Diese Tatsachen zeigen zur Evidenz, dafs der richtige Weg ge-



Fig. 15.

funden ist, auf welchem man weiterschreiten mufs, um Abstimmung bezw. Störungsfreiheit in noch immer engeren Grenzen zu ermöglichen. Wir werden aber durch solche Ergebnisse auch direkt auf die Grenzen der Anwendung der drahtlosen Telegraphie hingewiesen; letztere liegen da, wo absolute Geheimhaltung die conditio sine qua non ist. Hat man einmal Kenntnis bekommen, dafs fremde elektrische Wellen sich heranwälzen, was mit dem Mikrophon-Telephon-Hörer, welchem wir später noch einige Worte widmen werden, in jedem Moment mühelos festzustellen ist, so kann man innerhalb eines gewissen Bereichs fast immer in kurzer Zeit die richtigen Einstellungen des Schwingungskreises finden, um die fremden Zeichen auf dem Morseschreiber erscheinen zu lassen.

Das Gebiet segensreicher Nutzbarmachung der drahtlosen Telegraphie, auch mit dieser Beschränkung, ist dennoch weit ausgedehnt, aber man darf sich keinesfalls der Torheit schuldig machen, der Telegraphie mit Draht ein baldiges Ende zu prophezeien.

Um das Geschilderte noch bildlich zu veranschaulichen, lassen wir nun eine Anzahl von Photographien folgen, die dem Verfasser dieses Aufsatzes von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt wurden.



Fig. 16.

Der Kohärer oder Fritter wird in 2 Ausführungen, wie es Fig. 13 erkennen läfst, angewendet.

Der Stahlkohärer besteht aus 2 Stahlelektroden, die verschiebbar (zu diesem Zwecke dienen die Schrauben und Spirale) in einem Hartgummiröhrchen angebracht sind. Zwischen den hochpolierten Innenflächen der Elektroden werden in einen kleinen Zwischenraum eine geringe Anzahl gehärteter Stahlkörner gefüllt; je kleiner ihre Anzahl, um so empfindlicher arbeitet der Kohärer; durch Vermehrung oder Verminderung der Körner sowie durch Verschieben der Elektroden kann man jede gewünschte Empfindlichkeit einstellen.

Bei der zweiten Ausführung des Fritters befinden sich zwei Silberelektroden in einem evakuierten Glasröhrchen; ihre Endflächen

sind so geschliffen, dafs ein kleiner keilförmiger Zwischenraum entsteht; in letzterem befinden sich Silber- und Nickel-Körner.

Durch Drehung des Fritters kann man die bestimmte Anzahl Körner in einen gröfseren oder kleineren Raum bringen und so die Empfindlichkeit regulieren.

Fig. 14 zeigt den Empfangsapparat mit Stahlkohärer.

Auf dem zurückklappbaren Deckel des Apparats befindet sich Relais und Kohärer mit Klopfer; vorn ist der Morseschreiber angebracht. Im Innern des Kastens sind die Elemente für den Relaiskreis

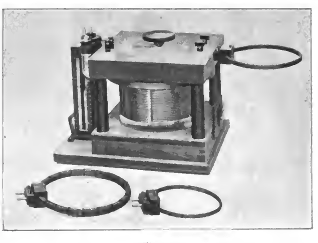


Fig. 17.

sowie eine stärkere Batterie für den Morse und Klopfer montiert, aufserdem aber auch noch eine Anzahl von Vorrichtungen, welche jeden störenden Einflufs der Stromkreise auf den Kohärer vernichten.

Fig. 15 veranschaulicht einen prinzipiell gleich konstruierten Empfangsapparat, jedoch ist hier der Kohärer durch ein kürzlich von Ingenieur Schloemilch hergestelltes Instrument, den „Detektor“, ersetzt. Schloemilch fand nämlich, dafs durch elektrische Wellen der Widerstand einer gewöhnlichen Polarisationszelle verändert wird, und durch besondere Dimensionierung der Elektroden dieser kleinen elektrolytischen Zelle brachte er sie in ihrer Wirksamkeit zu hoher Vollkommenheit. Kohärer und Detektor haben dasselbe Arbeitsprinzip: der letztere kann jedoch aufserdem als Ersatz für den Mikrophontelephonempfänger dienen, welcher in Fig. 16 abgebildet ist.

Wir erfuhren bereits, dafs eine solche ingeniöse Vorrichtung jede beabsichtigte Geheimhaltung von drahtlosen Telegrammen zuschanden macht. Wie die Photographie erkennen läfst, ist ein Trockenelement mit einem Mikrophon-Kontakt und Telephon zusammengeschaltet. Die auf den Luftdraht auftreffenden elektrischen Impulse werden an den Mikrophonkontakt, welcher anderseits mit der Erde in Verbindung steht, herangeführt und verändern dessen Widerstand. Auf diese Weise entstehen Stromschwankungen, auf welche das Telephon reagiert, und in demselben hört man nun deutlich kürzer oder

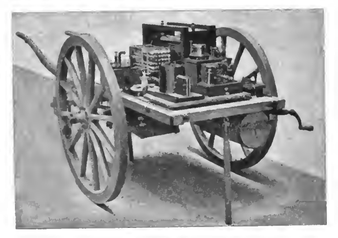


Fig. 19.

länger andauernde charakteristische Geräusche, welche den Punkten und Strichen der telegraphierten Morsezeichen entsprechen. In Safsnitz gelang es sogar, diesen „Hörer“ durch besondere Schaltung mit dem ganzen Schwingungskreis als präzises Abstimmungsinstrument zu benutzen. Sobald nämlich die richtigen Einstellungen des Schwingungskreises gefunden waren, wurde die Stärke der Geräusche im Telephon ein deutliches Maximum, und man brauchte dann blofs auf den Kohärer umzuschalten, um die Zeichen auch auf dem Morse erscheinen zu lassen. Dabei zeigte es sich indes, dafs erst eine kleine Korrektion erforderlich war, welche durch nichts anderes hervorgerufen wurde, als durch die eigene Kapazität des Kohärers, welche auf diese Weise zum erstenmal bestimmt wurde.

Fig. 17 gibt uns ein Bild des „Wellenmessers“, des wichtigen

Instruments, um die wirksame Welle im Geber zu erkennen. Man läfst direkt oder induktiv die zu untersuchende Schwingung auf diesen Wellenmesser, der selbst ein geschlossener Schwingungskreis ist, in dem sich noch ein Riefe'sches Thermometer (links in der Photographie) befindet, einwirken und variiert die Einstellung des grofsen Kondensators (in der Mitte der Abbildung) so lange, bis das Thermometer die Ausbildung maximaler Strömung anzeigt; dann ist Resonanz eingetreten durch Erzeugung derselben Schwingung wie diejenige, welche



Fig. 20.

eingewirkt hat. Aus dem Wert der Selbstinduktion (Spule rechts in der Photographie) und der abzulesenden Einstellung des geaichten Kondensators ergibt sich dann rechnerisch in einfacher Weise die Länge der wirksamen Welle. In den neuesten Ausführungen des Instruments liest man die Wellenlängen sogar direkt auf einer angebrachten Skala ab, und durch beigegebene Spulen von verschiedener Selbstinduktion lassen sich die Messungen in einem sehr grofsen Bereich ausführen.

Fig. 18 (Titelblatt) führt uns das Innere einer vollständigen Station vor Augen.

Auf dem Tische befinden sich rechts die Empfangsanordnungen, welche wir bereits beschrieben haben, links der „Geber-Schwingungs-

kreis"; im letzteren sind zwei Gruppen von Leydener Flaschen in Röhrenform angewendet, um grofse und veränderliche Kapazitäten zur Verfügung zu haben. Hinter dem Flaschensystem steht der „Transformator", und in diesem befinden sich (unter ausgekochtem Paraffinöl wegen der auftretenden enormen Spannungen) die Primärspule, welche zusammen mit den Leydener Flaschen den geschlossenen Schwingungskreis bildet, ferner eine Sekundärspule zur induktiven Erregung, welche in Verbindung ist einerseits mit dem Luftdraht, anderseits mit der unter dem Tisch hängenden Zinktrommel, welche die früher beschriebene Gegenkapazität repräsentieren soll.

Durch einen Umschalter auf der Schalttafel lassen sich Luftdraht und Gegenkapazität mit den Empfangs- und Gebe-Dispositionen abwechselnd verbinden. Letztere werden geladen durch einen Induktor (unter dem Tisch), dessen primärer Stromkreis in bekannter Weise durch den daneben stehenden elektrolytischen Wehnelt-Unterbrecher (oder einen Quecksilberturbinen-Unterbrecher) in rascher Folge geöffnet und geschlossen wird, solange man durch Niederdrücken eines „Tasters" die Stromquelle anschliefst. Dieser Taster befindet sich in der Mitte auf dem Tisch zwischen Geber und Empfänger, und durch kürzeres oder längeres Niederhalten telegraphiert man also nach den Morsezeichen.

Es ist bekannt, welche ausgedehnte praktische Anwendung die drahtlose Telegraphie bereits gefunden hat. Sie leistet heute schon unschätzbare Dienste im Lotsenverkehr wie überhaupt im Sicherheits- und Nachrichten-Dienst für die Schiffe, ferner zu militärischen Zwecken in Heer und Marine. Besonders erwähnen möchten wir die fahrbaren Funkentelegraphenstationen der Luftschifferabteilung in der deutschen Armee, welche in den letzten Kaisermanövern durch drahtlose Übermittelung der Korpsbefehle, wie überhaupt durch sichere Aufrechthaltung einer Verbindung des Generalkommandos mit den verschiedenen Heeresabteilungen auch auf grofse Entfernungen sich glänzend bewährten.

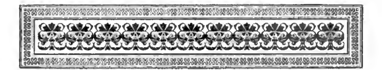
Fig. 19 und 20 geben uns ein vollständiges Bild dieser wichtigen Anwendung der drahtlosen Telegraphie. Von einer Beschreibung im einzelnen dürfen wir nach vorher Gesagtem absehen und uns auf den Hinweis beschränken, dafs bei diesen fahrbaren Stationen der Luftdraht durch Drachen oder Ballons in die Höhe geführt wird.

Es steht fest, dafs Marconi mit seiner Riesenstation in Poldhu (England) über Tausende von Kilometern bis an das Mittelländische Meer drahtlos telegraphiert hat. Auch für das deutsche System

existiert eine Entfernungsfrage prinzipiell nicht mehr, da es nach den neuesten Versuchen von Professor Braun jetzt möglich ist, jede beliebig grofse Energiemenge als elektrische Wellen in den Ranm hinauszusenden.

Manche Probleme harren noch der Lösung, aber nach ihrem Werdegang dürfen wir der drahtlosen Telegraphie auch für die Zukunft das beste Prognostikon stellen.





Aus der naturwissenschaftlichen Technik des Altertums.

Von Dr. **Axmann** in Erfurt.

Bei dem noch immer zur Diskussion stehenden „Babel-Bibel-Thema" sind naturgemäfs die Augen aller Gebildeten erneut den alten Kulturstätten des Orients zugewandt, und je nach seiner Geistesrichtung sucht ein jeder an der Ausbeute des Gefundenen teilzunehmen und ihm geläufige Ideenverbindungen daran zu knüpfen. Wenn nun auch in Ninive und Babylon, soweit wenigstens bis jetzt für weitere Kreise bekannt geworden ist, das Meiste für die Theologen und Philologen ausgegraben zu sein scheint, so bedarf es vielleicht nur des Hinweises auf erfolgreiche, ältere naturwissenschaftliche Spekulationen bei früheren Ausgrabungen und Bibelstudien, um die Hoffnung zu hegen, dafs man auch dort in Assyrien etwas für die praktische Verwendung der Naturkräfte finden möge. Denn es ist nicht anzunehmen, dafs der Bewohner des fernen Ostens bei der ihm eigenen Erfindungsgabe und hohen Kultur achtloser an den gewaltigen Offenbarungen mancher Naturkraft vorübergegangen sein sollte, wie seine westlichen Nachbaren und biblischen Geschichtsgenossen, die Ägypter und Juden. Es möge darum gestattet sein, über die bekannteren, dahin zielenden Bestrebungen eine kurze Betrachtung anzustellen.

Von den Ägyptern wenigstens scheint es festzustehen, dafs die Priesterkaste magische Geheimnisse auf Grund praktischer Traditionen bewahrte, welche sich auf unleugbare Kenntnisse naturwissenschaftlicher und speziell elektrischer Vorgänge stützen müssen.

Auch in weiteren Kreisen sind die Inschriften des altägyptischen Tempels von Edfu und Dendrah bekannt, welche besagen, dafs die das Gebäude überragenden Masten zur Abwehr des himmlischen Unwetters bestimmt seien. Diese Mastbäume aus Holz, 30—40 m hoch, waren oben spitz und mit Kupfer beschlagen. In Medinet Abu

waren die Spitzen der von Ramses III. um 1300 v. Chr. daselbst errichteten Bäume sogar vergoldet. Also, wenigstens, was die Auffangestangen anbelangt, eine sehr vollkommene Blitzahleiteranlage. Dieselhen hefanden sich anscheinend aher nur vor der Fassade der Tempelhalle, und darum ist es zweifelhaft, oh sie imstande waren, die ganze ausgedehnte Tempelanlage zu schützen, wozu nach modernen Ansichten eine sehr grofse, zweckmäfsig verteilte Anzahl von Auffangestangen nötig gewesen wäre. Somit liegt der Gedanke nahe, dafs die wenigen, aber sehr hohen Spitzen mehr physikalischen Experimenten zur Bewirkung staunenerregender Vorgänge bei den Zeremonien des Kultus dienten. Dazu kommt, dafs Ägypten in der gewitterarmen Zone liegt. eine dringende Blitzgefahr mithin kaum bestand. Dafs diese Flaggenmasten sicher imstande waren, analog dem Drachen Franklins, die Luftelektrizität aufzusaugen und herabzuleiten, wohin die Priester sie hahen wollten, ist, zumal hei dem trockenen Klima in der Nähe des Wüstensandes, keine Frage. Man konnte so mittels himmlischer Funken Opferfeuer entzünden zum Schrecken der Gläubigen, von denen gelegentlich auch manchmal einer, wenn er der Priesterschaft nicht pafste, sehr bequem auf dem modernsten Wege der Hinrichtung in das Totenreich befördert wurde. Wahrscheinlich aher wurden die Gesetze der Blitzleitung mehr instinktiv erfafst und ausgenützt, indem diese Ausnutzung sehr gut zu dem ägyptischen Kult der personifizierten Naturkräfte pafste.

Ähnliche Erwägungen mögen wohl Michaelis in Göttingen hei seinen historisch-kritischen Betrachtungen geleitet haben, als er hei einer freien, poetischen Übersetzung des 29. Psalmes einen Hinweis zu entdecken glauhte, dafs auch den Juden schon die Wirkung des Blitzableiters bekannt gewesen, und sie hewufst dieselbe zum Schutz ihres Tempels verwendet hätten. Diese Erörterungen sind allerdings schon etwas lange her, sie stammen aus Mitte und Ende des 18. Jahrhunderts, doch gerade darum verdienen sie wohl bei dem augenhlicklich herrschenden Interesse für den Orient eine neue Würdigung; sei es auch nur, um dem Freund der Naturwissenschaften eine gewisse Anregung zu gewähren! — Michaelis glaubte in dem betreffenden Psalm neben der gefeierten Herrlichkeit des Tempels ganz hesonders die Sicherheit des Heiligtums gegen Unwetter gerühmt, und es ist in der Tat auffallend, dafs in einem gewitterreichen Lande ein derart exponiertes Bauwerk, wie der hochragende salomonische Tempel, anscheinend von stärkeren Blitzschlägen verschont hlieh. Ein derartiges Ereignis wäre sicher von den alten Schriftstellern doch über-

liefert worden. Wir müssen uns darum nach Vorrichtungen umsehen, welche geeignet waren, den Blitz zu bannen.

Nach verschiedenen Überlieferungen befanden sich auf dem Tempeldache zahlreiche Metallspitzen, welche die Vögel abhalten sollten, das Heiligtum zu verunzieren. Ähnlich wohl, wie man es auch jetzt noch bisweilen auf Turmknäufen findet. Über die Länge dieser Spitzen ist freilich zunächst nichts gesagt. Es würde auch der Theorie des Blitzableiters nicht widersprechen, falls die Spitzen kurz gewesen wären, wenn sie nur an hervorragenden Ecken und Enden des Baues nicht fehlten. Der bekannte Historiker Josephus, dem wir ein gut Teil der Tempelbeschreibung verdanken, erzählt aber eingehend, wie bei der Eroberung Jerusalems durch Titus der Tempel gleich einer Festung bis zuletzt heftig verteidigt wurde. In ihrer höchsten Not brachen die Leviten, mangels anderer Wurfgeschosse, die metallenen Spitzen von dem Dache, um sie gegen die Feinde zu schleudern. Darum kann man wohl annehmen, es habe sich dabei auch um längere, wurfspeerähnliche Stangen nach Art von Blitzableitern gehandelt. Verfolgt man aber den Weg der Blitzableitung weiter, so findet man, dafs zunächst das goldene Dach und dessen anschliefsende mächtige, kupferne Röhrenleitungen, welche das Regenwasser in grofse, unterirdische Zisternen führten, vorzüglich zu Leitungszwecken geeignet waren. Jede stärkere elektrische Entladung mufste unter diesen Umständen ohne Schwierigkeiten unschädlich ausgeglichen werden. So bildete das ganze Gebäude mit seinen vielfachen Metallbedeckungen einen sog. Faradayschen Käfig, gleich diesem unverletzlich.

Doch könnte man einwenden, diese Einrichtungen seien zufällige gewesen, ein unbewufstes Nützlichkeitsprinzip. Der Tempel blieb vom Blitz verschont, und man hielt das der Heiligkeit einer geweihten Stätte als ein Wunder zu gute. Heutzutage freilich trägt sogar die Peterskirche in Rom bewufst Blitzableiter. Wenn man indessen bedenkt, dafs das Nationalheiligtum der Juden aus der ursprünglichen, mosaischen Stiftshütte hervorgegangen ist, so kann man in deren Grundzügen sehr wohl Anhaltspunkte für unsere Anschauung gewinnen.

Nach der Schilderung des alten Testamentes bestand die ursprüngliche Stiftshütte aus einem Gerüst hoher Stangen, einer Art Zelt, mit seidenen Teppichen behängt, welche die Wände bildeten. Es wurden so verschiedene Räume umgrenzt. Zunächst das Allerheiligste, darum der Vorhof. Ausdrücklich aus trockenem, seltenen Föhrenholz gearbeitet, trugen diese Stangen Metallspitzen und waren mittels goldener

Ketten untereinander verbunden. Letztere, welche selbstverständlich gute Leitungen an ausreichend isolierten Flächen, Föhrenholz und Seide, abgeben, konzentrierten sich nach der Mitte zu und endigten auf der Bundeslade. Wenn also, wie über dem Drachen Franklins, eine Gewitterwolke über den Spitzen der Stiftshütte lagerte, so mufste ihre elektrische Kraft von diesen angesogen und in das Innere des Heiligtums geleitet werden. Im kleinen kann man bekanntlich dieses Prinzip des Blitzableiters sehr schön erkennen, wenn man eine Nadel dem Konduktor der Elektrisiermaschine nähert.

In gleicher Weise auffallend, wie bei den Stangen der Umgebung, ist nun, dafs auch die Bundeslade aus Föhrenholz gezimmert war. Dieses, in dem biblischen Lande gar nicht heimische, und nicht einmal so edel wie das Zedernholz Kleinasiens, gab aber eine gute, isolierende Fläche für elektrische Spannungen ab. Aus diesem, ausdrücklich als trocken vorgeschriebenem Holze wurde ein viereckiger Kasten, eine Lade hergerichtet, innen und aufsen mit Goldblech beschlagen. Man erkennt somit immer deutlicher die Art der Leydener Flasche. Auch diese besteht ja lediglich aus zwei elektrisch leitenden Flächen, getrennt durch das isolierende Glas. In einem derartigen Apparat kann man eine grofse Elektrizitätsmenge ansammeln, um sie dann mit einemmale unter grofser Kraftentfaltung zu entladen. Das geschieht für gewöhnlich, wie jedermann aus dem physikalischen Unterricht weifs, durch leitende Verbindung der beiden voneinander durch Isolation getrennten Metallflächen. Macht man dieses Experiment durch Berührung mit den Händen, so erhält man, je nach der Gröfse der Leydener Flasche, einen mehr oder weniger heftigen elektrischen Schlag unter Funkenbildung. Ein Vergleich mit dem aus der Bundeslade hervorbrechenden, himmlischen Feuer liegt ohne weiteres auf der Hand, ebenso aber auch, dafs die Ladung dieses ganz gewaltigen elektrischen Kondensators dann besonders stark und gefährlich war, wenn sich eine Gewitterwolke über das Heiligtum der Israeliten lagerte. In der biblischen Geschichte wird das letztere Faktum öfters bei grofsen Ereignissen erwähnt, und Moses und auch Aaron vermieden es dann regelmäfsig, das Allerheiligste zu betreten, weil sie die Gefahr kannten, nämlich vom Blitz erschlagen zu werden. Dieses Schicksal wurde indessen denen zu teil, die teils unberufen sich der Bundeslade näherten, teils von den Priestern beauftragt wurden, ein Sühneopfer auf dem Deckel niederzulegen. So erzählen die Bücher Moses eine ganze Anzahl derartiger Vorfälle, wohin nicht zuletzt die Bestrafung der Rotte Korah gehören dürfte. Auch Delitzsch findet

es sonderbar, dafs man später von der ruhmreichen Bundeslade, nachdem sie vordem ihre eigentümliche Kraft so bewährt, gar nichts mehr hört. — Nach Erbeutung derselben durch die Philister wurde sie wieder zurückgegeben und nach dem kleinen judäischen Grenzort Bêth-Schemesch gebracht, wo die unvorsichtigen Bewohner beim Anschauen und Berühren in gröfserer Zahl ihr Leben einbüfsen. Dann wird von der Lade nichts weiter erwähnt. Delitzsch scheint diese Angaben überhaupt für sagenhaft zu halten und erklärt das Verschwinden derartiger Berichte mit dem Eintreten der historischen Zeit. Mögen auch diese, soweit sie das gestürzte Götzenbild im Dagonstempel zu Asdod und die Vorfälle zu Bêth-Schemesch betreffen, sagenhaft übertrieben und unwahr sein, so sind es doch Anklänge einer früheren wirkungsreichen Epoche und dessen, was man glaubte, der heiligen Lade zutrauen zu müssen.

Durch die Entfernung der Bundeslade aus ihrer gewohnten Umgebung hatte diese natürlich ihre Kraft verloren, denn sie konnte den räuberischen Feinden auch dann nicht schaden, selbst wenn sie das Geheimnis der elektrischen Ladung gekannt hätten. — Von dieser Erwägung ausgehend, wäre allerdings der Einwand möglich, wie kam es, dafs die Lade im Kriege, auf dem Zuge des Volkes Israel durch die Wüste, ihre geheimnisvolle Wirkung äufserte, wenn sie ihren Platz hinter den seidenen Wänden der Stiftshütte aufgeben mufste. Alsdann wurde sie an lange Stangen, ebenfalls aus Föhrenholz und durch vorhandene goldene Ringe gesteckt, von Leviten getragen. Ehe man sie aber mit ins Feld nahm, mufste sie von den Priestern, da sie niemand berühren durfte, eingewickelt werden. Während des Marsches brannte auf dem goldenen Deckel ein dauerndes Feuer, und dessen Rauch war es, welcher die Elektrizität aus der Luft herabzog. Rauch, im Grunde genommen lediglich fein verteilte Kohle und stark erhitzte Verbrennungsgase, bildet einen vorzüglichen elektrischen Leiter. Man kann sich sehr schön von dieser Tatsache experimentell überzeugen, sofern man ein Stückchen Feuerschwamm auf die Spitze des Elektrometers steckt und entzündet. Sobald sich die Rauchsäule ruhig in die Lüfte erhebt, gerät der Mefsapparat in Tätigkeit. Der Blitz sucht sich ja auch mit Vorliebe verrufste Schornsteine, zu denen er durch die aufsteigende, warme Verbrennungsluft hingelockt wird, zum Einschlagen aus.

So verlor die Bundeslade selbst auf dem Marsche ihre Staunen und Schrecken erregenden Eigenschaften nicht, welche sie allerdings in Feindeshänden nicht wiedererlangte, ebenso in späteren Zeiten im

Salomonischen Tempel nicht, falls sie überhaupt noch vorhanden war. Von Wundern im späteren Nationalheiligtum hören wir nichts mehr, und man scheint daher von dem Wunderbaren mehr zum Praktischen, dem Schutz des kostbaren Tempelbaues gegen Unwetter, übergegangen zu sein. — Indem wir im vorstehenden den Anregungen Michaelis, Bendavide und Lichtenbergs, des geistreich-satirischen Physikers, alle drei ihrerzeit Zierden der Göttinger Universität, gefolgt sind, müssen wir es uns natürlich versagen, jeden einzelnen besonders zu Worte kommen zu lassen. Auch soll darum nicht gesagt sein, dafs Moses und die Propheten des alten Testamentes bewufst sich derartiger Experimente zur Täuschung des israelitischen Volkes bedient hätten. Selbst dann, wenn sich alle diese Dinge aus den rituellen Einrichtungen des religiösen Kultus ergeben, auf selbstverständlichem, unbeabsichtigten Wege, so konnten sie immer des Wunderbaren genug für den Patriarchen Moses selbst bergen. Von den Lehrmeistern des auserwählten Volkes, den Ägyptern, wird man wohl weniger geneigt sein dürfen, dieses anzunehmen, vielmehr, dafs eben die Priesterkaste geheimes Wissen zur Herrschaft ausbeutete.

Von einer derartigen, in gewissem Sinne technischen Anwendung der Naturkräfte findet sich bei den späteren Völkern wenig in das Auge Fallende, wenn wir nicht zur Unterstützung der Glaubwürdigkeit obiger Kenntnisse das Ende des dritten römischen Königs, Tullus Hostilius, heranziehen wollen.

Bekanntlich war sein Vorgänger Numa Pompilius ein sehr frommer Herrscher, unter dem es die Götter gut hatten, denen besonders im einzelnen neue Kulte eingerichtet wurden. So hatte Numa auch dem Jupiter elicius einen Tempel gebaut, wo er als pontifex maximus den vom Himmel „herbeigelockten" Jupiter verehrte. Wenn man nun annimmt, dafs der Gott, analog wie bei anderen sagenhaften Erscheinungen und Offenbarungen, auch dort nicht gut anders, wie im Feuer erscheinen konnte, so ergibt sich ein Fingerzeig, ob man nicht in ähnlicher Weise, wie die Ägypter, den Gott aus den Gewitterwolken herablockte. Die Sage erzählt geradezu, Numa habe unter Beihilfe der Egeria erfahren, wie man das himmlische Feuer aus den Wolken zur Erde ziehe! Während seinem Vorgänger Numa das Experiment dauernd glückte, vernachlässigte der kriegerische Tullus zunächst die Pflege der Religion, und die geheime Wissenschaft geriet in Vergessenheit. Als sich nun der König nach kriegerischer Vergangenheit zur Ruhe setzen wollte, da mochte er den alten Kult wieder aufleben lassen. Doch Mangel an Übung oder Unkenntnis liefsen

ihn wohl die nötige Vorsicht vergessen, und Jupiter elicius erschlug ihn mit dem Blitz. Für die Wahrscheinlichkeit dieser Episode scheint die Überlieferung zu sprechen, dafs Tullus das dem Jupiter geweihte Opfer in der früher üblichen Weise durch „vom Himmel herabkommendes Feuer“ entzünden wollte, wobei er „etwas am Ritus“, natürlich dem Gott zum Zorne versah. Ferner soll Numa bedeutende Kenntnisse der Naturkräfte gehabt und sie in mystischen Schriften niedergelegt haben, welche dann später aufgefunden, als verderblich, weil die Religion gefährdend, verbrannt wurden. Dieser Fund, welcher 400 Jahre nach Numas Tode in oder bei seinem Grabmal nach einer Überschwemmung gemacht sein soll, beweist freilich nicht dessen Autorschaft. Man will sogar wissen, dafs es pythagoräische Schriften gewesen, doch traute man sie wenigstens dem Könige zu. So gingen wohl die letzten Spuren geheimer Naturwissenschaft im alten Rom verloren. Von Versuchen auf elektrischem Gebiete wenigstens hören wir in der ganzen späteren römischen Geschichte nichts Hervorragendes mehr. Somit blieb es bei dieser vereinzelten Kenntnis. —

Später hat sich das materielle Römertum nicht weiter zu naturwissenschaftlichen Forschungen und Entdeckungen verleiten lassen. Schwerlich wird man die Vorführungen der Magier und Gaukler, besonders der Kaiserzeit, als etwas anderes, wie das gleiche, was unsere modernen Tausendkünstler treiben, ansehen können, nämlich als höchst oberflächliche, routinierte Experimente und keine tiefere Naturerkenntnis. Wenn auch die Zauberei und Geisterbeschwörung bei allen Völkern des Altertums in Blüte stand, so verdammten doch die ersten Philosophen die Magier. Democritos liefs sich durch sie nicht einschüchtern, Plato wollte sie eingesperrt wissen. Epicur hielt das Zauberwesen für töricht, weil alles in der Natur gesetzmässig und natürlich zugehen müsse. Hippokrates, Theophrast, Aristoteles suchen mit wissenschaftlichen Untersuchungen einer spärlichen Phantasie entgegenzutreten, und bekannt ist Ciceros elegante Abhandlung „de Divinatione“, über die Unvernunft des Aberglaubens. Tacitus aber charakterisiert die Magier als „eine Gattung Menschen, treulos den Mächtigen, täuschend den Hoffenden“. — Doch kommen auch entgegengesetzte Ansichten vor. So scheint der so zielbewusste und, wie man annehmen sollte, nüchterne M. P. Cato der Zauberei und dem Aberglauben sehr zugetan gewesen zu sein; wenigstens empfiehlt er die tollsten Zaubersprüche und Formeln zur Heilung von äufseren Verletzungen, wie Verrenkungen und Brüchen.[1]) — Darum kann es nicht

[1]) Vgl. Schleyden, Studien.

Wunder nehmen, daſs gerade die Machthaber manchmal wirklichen Erfindungen miſstrauisch gegenüberstanden, wie die Erzählung von dem berühmten, unzerbrechlichen Becher des Tiberius beweist. Diesem bot ein Künstler — Faber nennt ihn kurzweg Petronius, welcher die Geschichte zuerst im Gastmahl des Trimalchio erzählt, — einen gläsernen Becher von solcher Haltbarkeit dar, „daſs er nicht mehr zerbrechlich war, wie goldene oder silberne Gefäſse." Scheinbar unabsichtlich lieſs er ihn fallen, worüber der Kaiser sehr erschrak, weil ihm das Gefäſs gar wohl gefiel und er dasselbe nun mehr zerbrochen wähnte. Doch der Erfinder zog einen kleinen Hammer hervor, worauf er mit wenigen Schlägen die ursprüngliche Form des Glases zurecht trieb. Das Wohlgefallen des kaiserlichen Tyrannen aber gereichte ihm zum Verhängnis. Nach der hinterlistigen Frage an den Künstler, ob er allein im Besitz dieses Geheimnisses sei, und dessen bejahender Antwort lieſs er ihm den Kopf abschlagen mit der ebenso einfachen wie verblüffenden Motivierung: „wenn solche Kunst weiter bekannt werde, würden Gold und Silber hinfort nicht mehr wert sein als Tonerde!" Und der ältere Plinius setzt noch hinzu, daſs man auch das Laboratorium des betreffenden Technikers zerstört habe, damit Gold und Silber ihren Wert nicht verlören. — Der Ausdruck quasi lutum, „als Ton (Lehm)", hat denn auch die moderne Vermutung wachgerufen, man könnte es hier vielleicht mit Aluminium zu tun haben.[1])

Noch heute zerbricht sich die Wissenschaft den Kopf darüber, was das für ein eigentümlicher Stoff gewesen sein kann. Schade, daſs er uns verloren ging! Hier hätte die moderne Zeit in der Technik wirklich einmal etwas aus dem Altertum lernen können.

Wie aber die alten Naturphilosophen wenig Beobachtungssinn und Neigung befaſsen, Überliefertes nachzuprüfen, so nahmen sie auch die eigentümlichen, anziehenden Eigenschaften des Bernsteins, Elektron, ohne weiteres hin. Es kümmerte sie nicht, etwa Vergleiche mit ähnlichen Substanzen, Harzen u. s. w. anzustellen. So erzählt Theophrast von Eresus von einem Körper, den er den „Lynkurer" (λυγκούριον) nennt. Derselbe hat ähnliche Kraftäuſserungen wie der Bernstein. Wahrscheinlich hat er den Turmalin gemeint, wenigstens ist die Rede von einem sehr harten Stein, der zu Petschaften gebraucht wurde, also doch von einem Mineral. Er hatte damit die jetzt unter dem Namen Pyroelektrizität bekannte Art entdeckt; freilich handelt es sich bei deren Hervorrufen weniger um Reiben, wie beim Bernstein, als um

[1]) Nach einer Mitteilung von E. Krause im Prometheus.

eine Erwärmung, somit einen Temperaturkontrast des Steines mit seiner Umgebung, welcher die Elektrizität frei werden läfst. — Da, wo man aber wirklich einmal eine Analogie fand, war sie falsch. Wie z. B. Thales von Milet erzählt: „es sei, als ob eine Seele den Bernstein, wie den Magnetstein durchdringe, welcher Eisen anziehe, wie jener leichte Körperchen.“ Obwohl hier eine schöne Gelegenheit wäre, den üblichen Seherblick eines Weltweisen, der den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus geahnt habe, zu rühmen, so wird jedermann das rein Äufserliche dieses Vergleiches erkennen, der nicht im mindesten geeignet war, Aufklärung über die beiden Körpern entströmende Kraftentfaltung zu schaffen. Nicht einmal die Polarität des Magnetismus hatte man erfafst, geschweige denn seine Richtkraft nach Norden, eine Tatsache, welche geeignet gewesen wäre das gesamte Altertum umzugestalten!

Hier zeigt sich dann wieder einmal die Ironie des Schicksals, wenn man auf Grund der Berichte Alexander v. Humboldts annehmen will, dafs der Kompafs von einem hauptsächlich auf dem Lande heimischen Volke erfunden sei. Wie Humboldt angibt, hatten die Chinesen bereits zur Zeit des Kodros und der Herakliden eigentümliche Wagen, mit denen sie die unermefslichen Steppen ihres Landes durchfuhren. Auf diesen Wagen war eine kleine menschliche Figur angebracht, deren ausgestreckter Arm unausgesetzt nach Süden zeigte. Man darf wohl glauben, dafs es sich hierbei um die Richtungslinie einer Magnetnadel handelte; wie wäre es auch sonst möglich gewesen, in den unendlichen Wüsten der Tartarei den sicheren Weg zu finden. Später übertrug man die Vorteile des magnetischen Wegweisers auch auf die Schiffahrt. Diese Reisewagen hiefsen nach Angabe des chinesischen Historikers Schunatsian (180 v. Chr.) Tschhi-nau-kin und wurden vom Kaiser Tsching-Wang (1100 v. Chr.) Gesandten aus Tonkin und Cochinchina mitgegeben, auf dafs sie ihre südliche Heimat wieder finden könnten. Somit brauchten diese nur die Wagendeichsel parallel dem magnetischen Arm zu stellen, um unausgesetzt nach Süden zu reisen, wo sie tatsächlich wohlbehalten anlangten.

Was aber die physiologischen Wirkungen der Elektrizität betrifft, so erschöpfte sich die Kenntnis derselben mit der Wissenschaft, „dafs der Zitteraal heftige Erschütterungen von sich gäbe, wenn man ihn unvorsichtig anfasse“. Selbst Plinius erzählt das ohne weiteres den älteren Autoren, wie Aristoteles, nach, ohne nur den Versuch einer Nachprüfung zu machen, da er doch sicher an der Küste des

Mittelländischen Meeres wenigstens den dort häufigen Zitterrochen, Raja Torpedo genannt, hätte erhalten können. Dieser Fisch wird wohl jetzt noch, wie auch im Altertum, in Neapel feilgehalten. — So kann es denn nicht wundernehmen, dafs selbst die berühmte römische Kriegskunst, so praktisch sie auch sonst weniger komplizierte, mechanische Errungenschaften, wie zur Konstruktion von Belagerungsmaschinen, zu Hilfe nahm, beim Zusammenstofs mit einem naturwissenschaftlich feiner gebildetem Volke teilweise Schaden nehmen mufste.

Wenn auch die Griechen selbst nicht allzuviel von naturwissenschaftlicher Technik besafsen, so galt das doch nicht so sehr von ihren westlichen Kolonien in späterer Zeit, da sich diese infolge von Handel und Schiffahrt besonders mit den Völkern der Küste Afrikas in regem Verkehr befanden. So brauchen wir auch kein Bedenken zu tragen, den Erzählungen über den berühmten Syrakuser Archimedes selbst da eine gewisse Glaubwürdigkeit zu schenken, wo sie nicht von allerersten Historikern miterwähnt werden. Sehen wir daher von den sonstigen erwiesenen Leistungen wohl des gröfsten Technikers des klassischen Altertumes, der Erfindung und eingehenden Verwendung der Schraube, des Hebels und Flaschenzuges, sowie des hydrostatischen Gesetzes ab, so interessiert uns besonders die Darstellung über die sinnreiche Verteidigung seiner Vaterstadt.

Bekanntlich soll Archimedes im Jahre 212 die Schiffe der römischen Belagerer von den Wällen der Stadt Syrakus nicht blofs durch besonders gefährliche Wurfgeschosse bedroht, sondern direkt mittels Brennspiegel entzündet und verbrannt haben. Trotz der späteren Zeiten ist der bündige Beweis hierfür nicht zu erbringen, da Historiker, wie Livius und Plutarch, hiervon nichts wissen, und die Bücher derer, die davon wufsten, wenigstens nach Angabe des Mittelalters, verloren gegangen sind. Aber da man das Experiment dem Geiste eines Archimedes wohl zutrauen kann, so folgen wir gern den hierüber angestellten Versuchen.

Zuerst nahm der bekannte, gelehrte Jesuitenpater Kircher, ein aufserordentlich universeller Forscher des 17. Jahrhunderts, Veranlassung, die Möglichkeit der betreffenden Angaben durch Versuche zu prüfen. Da von eigentlichen Hohlspiegeln genügender Gröfse bei Archimedes wohl nicht die Rede sein konnte, so vereinigte er fünf Planspiegel miteinander, mit denen er in einer Entfernung von einigen 30 Metern eine bedeutende Hitzewirkung erzielte. Er besuchte auch den Schauplatz der Belagerung und glaubte aus den örtlichen Ver-

hältnissen gemeinsam mit dem Konfrater Schott die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit der Überlieferung feststellen zu können. Die Versuche Kirchers sind noch von anderer Seite erweitert worden. Unter anderen konstruierte Büffon ein grofses Gestell von 168 Planspiegeln, deren Reflex sich zusammen auf einen Punkt werfen liefs. Es gelang ihm, damit auf eine Entfernung von 200 Fufs nicht nur Holzplanken zu entzünden, sondern auch alle Metallarten zu schmelzen. Das war also mehr eine Art Façettenspiegel, statt eines einzigen Hohlspiegels, und gerade hierin scheint auch die praktische Möglichkeit des Verbrennens der feindlichen Flotte zu liegen. Archimedes konnte nämlich so jeden einzelnen Spiegel auf die beabsichtigte Entfernung und Brennweite einstellen, ohne dafs der Feind etwas davon gewahr wurde. Die Römer würden ihm sonst wohl auf eine andere Weise wieder heimgeleuchtet haben!

Man richtete zunächst eine Spiegelscheibe mit ihrem Lichtschein auf den Schiffsrumpf, darauf eine folgende, welche ihren Schein mit dem vorhergehenden vereinte, dann desgleichen eine dritte, indem man die Vorsicht gebrauchte, die schon eingestellten Spiegelfaçetten abzublenden. So konnte niemand auf dem Schiffe wissen, was unter seinem Gesichtspunkte, d. h. unter seinen Füfsen vorging, da er den Brennpunkt an der Bordwand nicht sah, bis dann mit einem Male sämtliche Spiegel enthüllt wurden und augenblicklich der Brand erfolgte, zumal bei den Strahlen einer fast afrikanischen Sonne.

In der Wissenschaft des Archimedes freilich zeigt sich bereits ein vollendetes System im Gegensatz zu früheren Rudimenten und zerstreuten, empirischen Einzelkenntnissen naturwissenschaftlicher Dinge. Leider kennen wir aber den Stand der Naturwissenschaften vor Archimedes nicht zur Genüge, um den Wert seiner persönlichen Leistungen voll einschätzen zu können. Wie dürftig leider die Ausbeute bezüglich unseres Themas ist, ergibt sich daraus, dafs wir sogar die Sage zu Hilfe nehmen mufsten, um einiges Brauchbare zu finden. Es war eine Art beginnender Kristallisationsprozesse versprengter einzelner Kenntnisse der Vergangenheit unter bewufster Anwendung für das praktische Leben.

Wenn wir eben diese Vergangenheit mit ihren dunklen Offenbarungen zum Ausgangspunkt unserer gelegentlicher Kenntnis entspringenden Betrachtungen genommen haben, so dürfte zum Schlusse der Hinweis gestattet sein, dafs alle diese lückenhafte, naturwissenschaftliche Technik der Gesamtheit einer längst entschwundenen Urphysik entstammen mögen. — Sie sind Reste einer im Schutt

der Zeiten begrabenen wissenschaftlichen Blüteperiode, die lange vor der Herrschaft der Pharaonen lag. Um der Historie willen soll man auch nach ihnen suchen! Was aber die Tatsachen selbst anbelangt, so können wir bezüglich der technischen Wissenschaften getrost trotz des Famulus Wagner sagen, wenn wir uns in den Geist der Vorzeiten versenken, dafs wir Freude empfinden:

„Zu schauen, wie vor uns ein weiser Mann gedacht,
Und wie wirs dann — zuletzt so herrlich weit gebracht.“





Suggestion und Gesellschaft.

Von **Eduard Sokal** in Berlin-Charlottenburg.

Es ist eine offene Streitfrage von gröfster prinzipieller Bedeutung, ob die psychischen Erscheinungen und Vorgänge den physikalischen Prozessen (im weitesten Sinne des Wortes) gleichgestellt werden können. Die hohe Wichtigkeit dieses Problems für das Gesamtbild einer naturwissenschaftlichen Weltanschauung leuchtet von selbst ein; es gehört zu jenen Kolumbus-Eiern der Forschung — für die uns bis jetzt noch der Kolumbus fehlt. In der fortlaufenden Reihe der physikalisch-chemischen Prozesse, in welcher nach dem ehernen Gesetz der Erhaltung der Energie jede Einnahme und Ausgabe gebucht ist, gibt es, streng genommen, keinen Platz für den fremden Eindringling der psychischen Phänomene, die, ohne selbst einer quantitativen Messung zugänglich zu sein, in der objektiven Welt quantitative, nach Zahl und Gewicht mefsbare Veränderungen, Störungen des sonst eingetretenen Verlaufes hervorrufen müfsten. Der Übergang eines quantitativ nicht bestimmten Etwas, also in diesem Falle der psychischen Prozesse, in quantitative physikalische Energieumwandlungen müfste nach unseren gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Anschauungen einem Wunder gleichgestellt werden.

Aber auch die gegenteilige Auffassung, die sich uns als einzige Alternative darbietet, stöfst auf bedeutende Schwierigkeiten. Diese Alternative besteht darin, dafs die Vorgänge in der physischen und psychischen Welt einander parallel laufen, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen. Physische und psychische Ereignisse wären nach dieser Auffassung wie Buchstaben zweier wildfremder Alphabete regellos aneinander gekettet, so dafs es nur ein Zufall wäre, wenn ein Wort in der einen Sprache zusammengestellt, auch in der anderen einen Sinn ergäbe. Die deutsche Philosophie hat für diese eigentümliche, nicht ursächliche Verknüpfung einen eigenen terminus technicus, „Parallelerscheinungen“, „Epiphänomena“, eingeführt. Die Menschen würden im Sinne dieser Anschauung leben und handeln,

Staaten gründen, Gedichte verfassen, sich Wohltaten erweisen oder in rasender Wut gegeneinander toben, dies alles — getrieben durch rein physische Triebe und Kräfte, als ob das Denken, Fühlen und Wollen gar nicht existierte. Jene Gestalten grofser Dichter, wo die Natur selbst auf frischer Tat ertappt zu sein und der Schleier, welcher über dem Geheimnis der Schöpfung ruht, gelüftet erscheint, würden demnach, wenn die Kausalität psychischer Vorgänge geleugnet wird, nur von einer fabelhaften Kenntnis des psychischen Organismus Zeugnis ablegen; das Wort vom Dichterblick, „der Herz und Nieren prüft", müfste in seiner nackten buchstäblichen Brutalität wahr sein.

Wenn nun irgend etwas aus dem gewaltigen Gebiete psychischer Dokumente gegen diese Auffassung Protest einlegt und für eine physikalische Auffassung spricht, so sind es die Phänomene der Suggestion, welche der berühmte russische Gehirnphysiologe W. v. Bechterew in einer soeben erschienenen Abhandlung einer knappen, aber meisterhaften Diskussion unterworfen hat. Nirgends tritt uns so deutlich das Mifsverhältnis zwischen dem verschwindend kleinen Impuls und seiner nachhaltigen, intensiven Wirkung entgegen. Der „unbewufste" psychische Vorgang, mit dem der moderne Psycholog ebenso geläufig operieren mufs, wie der Chemiker mit dem „Atom", welches auch naturgemäfs niemals der sinnlichen Wahrnehmung zugeführt werden kann, scheint berufen, diese Lücken auszufüllen, den Abgrund naturphilosophischer Zweifel, der sich sonst hier jäh auftun müfste, zu überbrücken. Das Wesentliche an dem Menschen ist für den modernen Psychologen nicht das „Pleinair" der klar bewufsten Ideen und Vorstellungen, sondern das halb unbewufste Dämmerlicht der Begierden, Triebe und Instinkte, welche auf seine Handlungen den bestimmenden Einflufs ausüben. Und wenn andererseits der wissenschaftlichen Psychologie unserer Zeit so häufig der Vorwurf gemacht wird, dafs sie mit dem wirklichen Menschenleben, mit seinen Leiden und Freuden, seinen Kämpfen und Sorgen nur weniges gemein hat und die Fülle der Erscheinungen zu schematischen Abstraktionen verkommen läfst, so können die Versuche, die Janet in Paris und Bechterew in St. Petersburg über die von ersterem sogenannte „Influence somnambulique et le besoin de direction" angestellt haben, wohl als Antwort darauf gelten. Diese Forscher gingen zunächst von der Beobachtung hypnotischer Schlafzustände bei Hysterischen aus. Man ist zuweilen imstande, bei Hysterischen auch die schwersten Krankheitssymptome durch Suggestion zeitweise vollständig zum Verschwinden zu bringen. Zunächst sind die Kranken dann von allen lästigen Erscheinungen

frei, ihr Ernährungszustand ist befriedigend, ihre geistigen Tätigkeiten sind wieder hergestellt. Nach einiger, meist nicht sehr langen Zeit treten jedoch alle früheren Störungen wieder ein. Dabei macht sich ein merkwürdiges Symptom bemerkbar. Wie bei dem Gebrauch der Narcotica, tritt mit impulsiver Gewalt das Bedürfnis nach Wiederholung der hypnotischen Einwirkung und zwar in immer kürzeren Zeiträumen auf. Die Person des Hypnotiseurs erlangt auf den Kranken eine fast unbeschränkte Gewalt und füllt sein ganzes Sinnen und Denken aus. Vor Jahren kam einmal, wie Janet erzählt, ein junger Arzt zu Charcot und bat ihn um ein Mittel, durch welches er sich eines hysterischen Mädchens entledigen könnte, an dem von ihm eine derartige ominöse Wunderkur vollzogen wurde. Würde man solche Kranke je 24 Stunden hypnotisieren, so würden sie ihr Leben in einem anscheinend normalen Zustande verbringen, aber ihre Persönlichkeit wäre im Grunde eine andere geworden und würde sogar in den kleinsten Willensakten zum Hypnotiseur in einem Verhältnis sklavischer Abhängigkeit stehen. Von diesen krassen und unheimlichen Fällen führen zahlreiche Übergänge zum normalen Leben. Gar nicht so selten sind Individuen, welche nur mit Mühe oder überhaupt nicht zu der geringfügigsten Willensentscheidung sich aufraffen können. Sie bestürmen den Arzt mit den minutiösesten Fragen: Soll ich essen? Soll ich ausgehen? Soll ich aufstehen? und folgen automatisch, wenn auch nicht lange, seinen Vorschriften — einem Uhrwerk gleich, das nur für kurze Zeit aufgezogen werden kann —. Manchmal treten diese Erscheinungen bei ihnen plötzlich aus Anlafs besonderer Ereignisse, die eine wichtige Entschliefsung erfordern, auf. In die Salpêtrière kommen jährlich einige Dutzend Mädchen, die aus Anlafs eines Heiratsantrages von dieser Krankheit der Aboulie (Willenlosigkeit) befallen werden. Man heilt sie, wie Janet mitteilt, gewöhnlich dadurch, dafs man für sie die Entscheidung fällt. Dann kommt die grofse Zahl der gewohnheitsmäfsigen moralischen Selbstankläger, die je einige Monate in zerknirschter Gemütsstimmung den Arzt aufsuchen, auf eine tröstliche Zusprache sehr leicht sich beruhigen, um nach einigen Monaten wiederzukommen. Mehr oder weniger Sklavennaturen sind wir, wie es scheint, alle, und die Herrschaft, die dämonische Willensriesen über uns erlangen können, ist demnach leicht erklärlich.

Nach Bechterew ist Suggestion nichts anderes, als „die unmittelbare Übertragung oder Impfung bestimmter Seelenzustände mit Umgehung des Willens, ja nicht selten auch des Bewufstseins des aufnehmenden Individuums“. Darin ist gemäfs seiner Auffassung der

wesentliche Unterschied gegeben gegenüber der Überzeugung, welche nicht anders wirksam ist, als unter Zuhilfenahme logischen Nachdenkens und bei voller Beteiligung des persönlichen Bewufstseins. Der Weg der Suggestion führt „nicht durch den Haupteingang, sondern sozusagen von der Hintertreppe aus in die inneren Gemächer der Seele". — Als zwei der Suggestion nahe verwandte Formen psychischer Beeinflussung erwähnt Bechterew den Befehl und das Beispiel: Beide wirken in gewissen Beziehungen zweifellos nach der Art der Suggestion und sind dann von dieser nicht unterscheidbar. In anderen Beziehungen aber, so weit sie sich an den Verstand wenden, stehen sie der logischen Überzeugung sehr nahe.

Bekannt ist die ansteckende Wirkung der Selbstmordmanie, sowie der anarchistischen Verbrechen. Auch das militärische Kriegskommando verdankt seine Wirkung gewifs nicht ausschliefslich der Furcht vor Strafe, sondern es handelt sich immer zugleich um suggestive Vorgänge, um unmittelbare Überimpfung einer bestimmten Idee. Es ist ohne weiteres klar, dafs der suggestiven Übertragung psychischer Zustände sehr viel zahlreichere Wege offen sind als der Überzeugung. Überredung führt im allgemeinen nur zum Ziele, wo sie sich an einen gesunden und klaren Verstand wendet. Die Erfolge der Suggestion sind im allgemeinen am auffallendsten bei geringer logischer Entwickelung, bei Kindern und im einfachen Volke. Es fällt ihr daher in unserer Erziehung fraglos eine nicht zu unterschätzende Rolle zu.

Trotzdem also die Suggestion in diesem Sinne so alt ist, wie der geistige Verkehr der Menschen untereinander, so ist doch ein intimerer Einblick in die Natur des suggestiven Einflusses erst in neuerer Zeit ermöglicht worden durch die Entwickelung der Lehre von der künstlichen oder beabsichtigten Suggestion. Wie über die Verbreitung von Infektionen noch in neuerer Zeit die allerverworrensten Anschauungen herrschten, bis es gelang, die betreffenden Mikroben in Reinkulturen zu züchten und damit künstliche Impfungen vorzunehmen, so gab es auch in Beziehung auf die Suggestion und das psychische Kontagium nur eine Reihe unklarer und wesenloser Vorstellungen, solange die Bedingungen künstlicher Überimpfungen von Seelenzuständen mittels beabsichtigter Suggestion unbekannt waren.

Der Versuch hat dargetan, dafs solche vorsetzliche Impfung am leichtesten zu verwirklichen ist bei einem besonderen Zustande des Bewufstseins, den man Hypnose nennt, und der nach Bechterews Dafürhalten lediglich als eine künstlich erzeugte Varietät des normalen Schlafes sich darstellt. — In der Hypnose gelingen bekanntlich die

allerverschiedensten Suggestionen; doch es steht dahin, ob es möglich sei, einem Hypnotisierten alles zu suggerieren, was wir wünschen. Nach Ansicht einiger Autoren gibt es überhaupt keine Einschränkung für die Suggestion, während andere daran festhalten, es könne in der Hypnose nur das suggeriert werden, was der psychischen Natur des Hypnotisierten entspreche. Praktisch und in sozialwissenschaftlicher Beziehung handelt es sich hierbei im wesentlichen um das Suggerieren von verbrecherischen Handlungen. Es wurde behauptet, dafs der Hypnotisierte auf suggestivem Wege zu jedem beliebigen Verbrechen veranlafst werden kann. Andere sind hinwiederum geneigt, diese Behauptung auf eine allzuweitgehende Verallgemeinerung von Laboratoriumsbeobachtungen zurückzuführen.

Bechterew selbst vermag sich nach seinen zahlreichen Erfahrungen nicht denjenigen anzuschliefsen, welche der Suggestion den Wert eines übermächtigen Agens zuschreiben, mit dem sich in der Hypnose alles Erdenkliche erzielen liefse. Nach seiner Ansicht steht die Kraft der Suggestion nicht allein in Abhängigkeit von richtiger Handhabung und Aufrechterhaltung der Suggestion, sondern auch von dem Boden, auf welchen letztere fällt, also von den psychischen Eigenschaften des der Suggestion sich unterwerfenden Mediums. Der psychische Widerstand, welcher der Suggestion im Zustande der Hypnose entgegentritt, hängt wesentlich davon ab, inwieweit das zu Suggerierende sich im Widerspruch befindet mit dem Ideengange, mit den Neigungen und Überzeugungen des Mediums. Fällt dieser Widerspruch weg, so wirkt die Suggestion ausgiebig und prompt. Einer starken Natur gegenüber mit entgegengesetzten Anschauungen kann sie sich machtlos erweisen. Dies verringert indessen in keiner Weise die hohe Bedeutung der Suggestion als psychisches Agens. Naturen mit starkem Charakter und unwandelbaren Ideen findet man nicht allzuhäufig; wie grofs dagegen ist die Zahl jener moralischen Krüppel, die sich von Verbrechen, von Unsittlichkeit und Antastung fremden Eigentums nur durch die Furcht vor dem Gesetze abgehalten fühlen. Genügt es da nicht, solchen Individuen in der Hypnose die Möglichkeit der Straflosigkeit zu suggerieren, jene Furcht vor gesetzlicher Ahndung einzuschläfern und zugleich in ihrer Phantasie gewisse vorteilhafte Seiten der verbrecherischen Handlungsweise hervorzuheben, um sie zur Ausführung von Verbrechen geneigt zu machen, zu welcher sie sich sonst nimmer entschlossen hätten?

Fragen wir nun, wie es möglich sei, dafs die Ideen oder Seelenzustände dritter Personen auf uns überimpft werden und uns ihrem

Einflusse unterordnen, so ist die Annahme wohl begründet, diese psychische Vakzination gehe ausschliefslich vor sich durch Vermittelung unserer Sinnesorgane. Hierbei fällt unfraglich die wesentlichste Rolle dem Gehörorgane zu, da im allgemeinen die Suggestion durch das gesprochene Wort als die am weitesten verbreitete und zugleich anscheinend als die wirksamste Form der Suggestion zu betrachten ist. Allein auch andere Organe, vor allem das Sehorgan, können als Vermittler der Suggestion auftreten. Man denke an Wirkungen mimischer Bewegungen und Gestikulationen. Sehr wenige Personen sind imstande, dem ansteckenden Einflusse des Gähnens zu widerstehen. Der Anblick des Zitronenessens ruft bei vielen Leuten unwillkürliches Zusammenpressen der Lippen und reichliche Speichelabsonderung hervor. Auch an den Beispielen von suggestiven Einwirkungen mittels des Tast- und Muskelsinnes fehlt es nicht. Ein klassisches Beispiel für diese Gruppe ist der Fall jenes zum Tode verurteilten Verbrechers, dem bei geschlossenen Augen suggeriert wurde, es sei eine seiner Venen geöffnet worden und daraus ergiefse sich ein ununterbrochener Blutstrom. Nach einigen Minuten fand man den Mann tot, wiewohl nicht Blut, sondern nur warmes Wasser an seinem Körper herabgerieselt war. Was Suggestion durch das Muskelgefühl anlangt, so sind hierüber in der Pariser Salpêtrière mehrfach Untersuchungen an Hysterischen angestellt worden, wobei diese Art von Suggestion sich in manchen Fällen als sehr wirksam bewertet. Wurden einer Hysterischen im hypnotischen Schlafe die Hände zum Gebet gefaltet, so nahmen ihre Gesichtszüge sofort einen flehenden Ausdruck an. In einem anderen Falle, als man ihre rechte Hand zur Faust geballt hatte, zeigten sich auch drohende Mienen auf dem Antlitze der Kranken. Tat doch bereits Pascal den grimmigen Ausspruch: „Für die meisten Menschen genüge es, um fromm zu werden, dafs sie sich mit Weihwasser besprengen und verrückte Gebärden annehmen."

Wir haben bereits früher erwähnt, dafs es zweifellos Individuen gibt, welche allen Suggestivwirkungen widerstehen. Es dürften wohl gerade diese die vollständigen, vielleicht „autosuggestiven" Individuen sein, welche auf andere die mächtigsten Suggestivwirkungen ausüben. In einem geistreichen Vorworte zur Bechterewschen Abhandlung weist Flechsig darauf hin, wie die Geschichte und speziell die Kulturgeschichte so mächtige Wirkungen der Suggestion aufweist, dafs kaum ein Historiker achtlos an diesen Erscheinungen vorübergehen darf. Nicht nur bei der Entstehung religiöser Seiten pathologischen Charakters, bei Kampfepidemien, in der „Besessenheit" des Mittelalters

u. dgl. m. zeigt sich ihre Wirkung, sie reicht unendlich viel weiter. In einem gewissen Sinne kann man sogar nach Flechsig die Geschichte des menschlichen Intellekts als einen ununterbrochenen Kampf zwischen Hypnotiseuren und Antisuggestionisten auffassen. Während die Wissenschaft, insbesondere die exakten Naturwissenschaften, darauf ausgehen, alle Suggestivwirkungen aus der Betrachtung der Welt zu entfernen, zielen eine ganze Anzahl mächtiger Faktoren heute wie vor Jahrtausenden dahin, der Menschheit im wesentlichen auf suggestivem Wege zu einem befriedigenden Dasein zu verhelfen. Man kann daher wohl die Frage aufwerfen, ob das Ziel der Menschheitsentwickelung die Befreiung von allen suggestiven Einflüssen oder die vollkommene Unterwerfung unter die Herrschaft mehr oder minder phantastischer Autosuggestionen sein wird. Ist letzteres der Fall, so sind die exakten Naturforscher auf dem Irrweg und ein Helmholtz lediglich ein Fehlgriff der Schöpfung. Die Beantwortung dieser Frage tritt jedoch selbst aus dem Bereiche der naturwissenschaftlichen Untersuchung heraus und mufs der individuellen Weltanschauung vorbehalten bleiben.





Der Längenunterschied zwischen Greenwich und Potsdam ist m Jahre 1903 durch die Herren Geheimrat Th. Albrecht und B. Wanach neu bestimmt worden. Der Anlafs zu dieser Neubeobachtung war dadurch gegeben, dafs die folgenden 3 vorhandenen Längenbestimmungen

Greenwich—Potsdam ausgeführt 1895 von englischer Seite,
Potsdam—Berlin „ 1891 vom preufsischen geodätischen Institut,
und Berlin—Greenwich „ 1876 durch eine Beteiligung der Berliner Sternwarte an den österreichischen Längenbestimmungsarbeiten in ihrer algebraischen Summe nicht den Wert Null ergaben, sondern 0.ˢ225. Diesen beträchtlichen Fehler in der Bestimmung der fundamentalen, die Hauptmeridiane beider Länder verbindenden Gröfse galt es wegzuschaffen. Den Beobachtern wurde seitens der deutschen und englischen Telegraphenverwaltung ein Telegraphendraht Potsdam—Berlin—Bacton—London—Greenwich zur Verfügung gestellt. Die eigentliche Längenbestimmung wird nun dadurch erhalten, dafs beliebige Signale, die der Beobachter auf der einen Station durch Druck auf einen Taster erzeugt, sich sowohl direkt am Ort auf einen mit der Beobachtungsuhr verbundenen Chronographen aufzeichnen, als auch durch den Telegraphendraht auf einem mit der Beobachtungsuhr der anderen Station verbundenen Chronographen sich registrieren. Es ist dann noch notwendig, die Fehler der Beobachtungsuhren, in deren beiden Zeitangaben sich die Tasterdrucke sonach ausdrücken lassen, durch Beobachtungen von Sterndurchgängen zu bestimmen, um sofort den wahren Zeit- oder Längenunterschied zu erhalten. Die besondere Methode des geodätischen Instituts, der die hohe Genauigkeit des definitiven Resultates zuzuschreiben ist, besteht nun nicht darin, die Durchgänge der Sterne an den Fäden des Passageninstrumentes zu beobachten und die Zeit des Durchgangs entweder nach den Schlägen einer Uhr zu hören oder durch Druck auf einen elektrischen Taster zu registrieren, sondern darin, mit einer Schraube einen beweglichen Faden der Bewegung des Sterns nachzuführen, so dafs er stets das Sternscheibchen halbiert. An der Schraubentrommel sind elektrische

Kontakte, die automatisch Signale auf den Chronographen geben, sobald die Drehung der Schraube sie an einer leitenden Zunge vorüber führt.

Von den sonstigen Vorsichtsmafsregeln, die zur Erhöhung der Genauigkeit beachtet wurden, sei nur erwähnt die Einschaltung einer 334 km langen Drahtleitung London—Bedford—Leicester—Dunstable—London auf der englischen Seite der Nordsee, damit der elektrische Strom auf beiden Seiten des 425 km langen submarinen Kabels eine nahezu gleich grofse Landstrecke (522 km diesseits, 569 km jenseits) zu durchlaufen hatte, ferner der Wechsel von Instrument und Beobachter während der Arbeiten zur Beseitigung der „persönlichen" Fehler.

Das Resultat ist denn auch ein glänzendes: Als Wanach in Potsdam und Albrecht in Greenwich beobachtete, ergab sich für den Längenunterschied $52^m\ 16.^s051$, und genau dasselbe Resultat, bis auf die Tausendtel Sekunde identisch, ergab sich, als Albrecht in Greenwich und Wanach in Potsdam stationiert war. Die wahrscheinliche Unsicherheit des Gesamtmittels aus 24 Abenden belief sich nur auf $0.^s003$. Unter Zuziehung des Längenunterschiedes Berlin—Potsdam von 1891 von $1^m\ 18.^s721$ ergibt sich hieraus der Zeitunterschied

Berlin—Greenwich $53^m\ 34.^s772$.

Für diesen Wert wurde bislang angenommen $53^m\ 34.^s91$, also $0.^s14$ zuviel, und um diesen Betrag gingen also bislang sämtliche deutschen Uhren falsch. Dieselben zeigen bekanntlich mitteleuropäische Zeit, d. h. eine Stunde mehr als die Greenwicher Normaluhr. Da aber von dieser die Zeit nicht direkt übermittelt werden konnte, richteten sich alle deutschen Telegraphen- und Bahnhofsuhren und nach diesen die Taschenuhren nach dem Zeitsignal, welches jeden Morgen um 8 Uhr von der Berliner Sternwarte ausgegeben wurde. Hier wurde die richtige Berliner Zeit bestimmt und diese durch Hinzufügung von $6^m\ 25.^s09$ in M.E.Z. verwandelt. Es hätte aber hinzugefügt werden sollen und wird künftig hinzugefügt werden $6^m\ 25.^s23$.

Wie genau die neue definitive Bestimmung des Meridianunterschiedes Berlin—Greenwich ist, ergibt sich aus der Kombination der ausgeglichenen Längendifferenz Berlin—Paris $44^m\ 13.^s890$ mit der Summe folgender neuerdings erhaltenen Zeitunterschiede

Greenwich—Leiden	=	$-\ 17^m\ 56.^s100$
Leiden—Paris	=	$+\ 8^m\ 35.^s213$
Berlin—Greenwich	=	$+\ 53^m\ 34.^s772$
Summe = Berlin—Paris	=	$+\ 44^m\ 13.^s885$

also nur $^5/_{1000}$ Sekunden von der direkten Bestimmung verschieden.

Rp.



Die Dissertation der Frau S. Curie ist neuerdings in einer von Professor W. Kaufmann in Göttingen besorgten deutschen Ausgabe bei Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig erschienen. — Bei dem aufserordentlichen Interesse, das die radioaktiven Substanzen verdienen und in neuester Zeit selbst in den Kreisen der Laien gefunden haben, ist die Arbeit der Frau Curie mit Freude zu begrüfsen. Sie eröffnet die Reihe der naturwissenschaftlichen und mathematischen Monographien, die in zwangloser Folge erscheinen und, von namhaften Gelehrten geschrieben, alles Wichtige und Wissenswerte der einzelnen Spezialgebiete behandeln sollen. Professor Eilhardt Wiedemann in Erlangen hat sich an die Spitze dieses offenbar der französischen Scientia ähnelnden grofsen Unternehmens gestellt. Vergleicht man die deutsche Übersetzung mit der französischen Originalarbeit der Frau Curie, so fällt zunächst eine nicht unwesentliche Bereicherung des Stoffes auf, die offenbar durch private Mitteilungen an den Übersetzer entstanden ist. Besonders wertvoll sind fernerhin Literaturnachweise und kurze Anmerkungen aus der Feder von Professor Kaufmann selbst. Es erübrigt sich, an dieser Stelle auf den Inhalt der Schrift einzugehen, da wir erst vor kurzem einen längeren Aufsatz über die radioaktiven Substanzen (vergleiche Heft 7, Jahrgang 16, 1904 dieser Zeitschrift) gebracht haben. Wir werden jedoch in Zukunft auf die weiteren Bände der Monographienreihe, welche den Kollektivtitel „die Wissenschaft" führt, jedesmal nach dem Erscheinen der betreffenden Arbeit noch besonders aufmerksam machen. Heute begnügen wir uns mit dem Hinweis auf eine zweite Monographie von Professor G. C. Schmidt über die Kathodenstrahlen und überlassen es dem Referenten, gelegentlich in der Rubrik „Bibliographisches" über dieses Buch zu sprechen. D.



Die Analyse schwingender Bewegungen läfst sich in besonders einfacher und praktischer Weise vermittels eines von Grimsehl in Hamburg angegebenen Apparates ausführen. Durch die Bildebene eines Fernrohrs kann man eine photographische Platte fallen lassen. Stellt man das Fernrohr auf eine schwingende Saite ein, die vertikal vor dem horizontalen Faden einer Glühlampe ausgespannt ist, so sieht man eine dunkle Unterbrechung des leuchtenden Fadens, die sich schnell hin und her bewegt. Auf der durch die Bildebene fallenden photographischen Platte zeigt sich nach dem Entwickeln eine schön

ausgebildete Wellenlinie. Ist die Fallgeschwindigkeit der Platte durch einen Vorversuch ermittelt worden, so ergibt sich aus der Ausmessung der Wellenlinie die Schwingungszahl der Saite. Auch die Tonhöhe von Sirenen ist auf diese Weise meſsbar, indem man einen Lichtstrahl durch die Löcherreihen fallen läſst. Man erhält dann eine Reihe Punkte, aus deren Anzahl auf die Schwingungszahl des Sirenentones geschlossen werden kann (unter der Voraussetzung, daſs die Fallgeschwindigkeit der Platte bekannt ist). Die Punkte haben infolge der beschleunigten Fallbewegung natürlich keinen gleichmäſsigen Abstand voneinander. Wehnelt hat übrigens bereits vor mehreren Jahren (vergl. Wiedemanns Annalen) Aufnahmen von Wechselstromkurven, Kondensatorschwingungen etc. durch die Photographie eines abgelenkten Kathodenflecks („Braunsche Röhre") gemacht und sich dazu in ähnlicher Weise einer beweglichen, photographischen Platte bedient, nur daſs sie bei ihm in horizontaler Richtung auf einem kleinen Wägelchen vorbeigefahren wurde.

Die Schwingungen von Saiten sind in sehr eleganter Weise bereits von Helmholtz (Lehre von den Tonempfindungen) auf optischem Wege studiert worden. Immerhin hat die Grimsehlsche Anordnung für Demonstrationszwecke ihrer einfachen Handhabung wegen groſse Vorzüge. Dr. M. v. P.





Dr. P. Spies: Die Erzeugung und die physikalischen Eigenschaften der Röntgenstrahlen. Berlin. Verlag von Leonhardt Simin Nf. 1904.

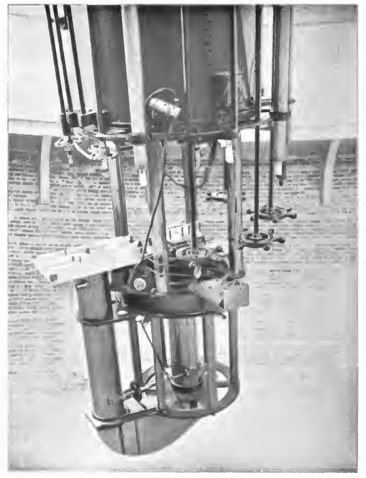
Die Spiessche Broschüre bildet das achte Heft der modernen ärztlichen Bibliothek und ist geeignet, dem Benutzer von Röntgenstrahlen-Einrichtungen als erste Einführung zu dienen. Sowohl die Induktoren, wie die Unterbrecher und die Einrichtungen zum Anschlufs dieser wesentlichen Instrumente an die Akkumulatoren-Batterie, sowie auch an die elektrische Zentrale werden kurz, aber doch für das Bedürfnis des Arztes genügend ausführlich besprochen, ebenso einige der gangbarsten Röhrentypen. Der Text ist klar und dem Zweck des Buches durchaus angemessen. Am besten gibt sich der Verfasser naturgemäfs dort, wo er zum Leser als Physiker sprechen darf. Dort erhebt sich seine Darstellung zur Höhe einer pädagogisch geschickten Leistung. So z. B. in dem Kapitel über die Lichtstrahlen und ihre Verwandten, sowie über die Lichtstrahlen im allgemeinen, ferner über die Fluoreszenz und über die physikalischen Eigenschaften der Röntgenstrahlen. Die Schlufsbemerkung über das photographische Verfahren halten wir indes nicht für ausführlich genug, um dem Anfänger einen genügenden Anhalt zu geben. Ein Anhang über die Zusammenstellung von Instrumentarien mit ungefährer Preisangabe der einzelnen Apparate bildet den Schlufs und dürfte vielen willkommen sein. Vielleicht berücksichtigt der Verfasser in der nächsten Auflage, die wir dem höchst brauchbaren Büchlein recht bald wünschen, auch die Induktoren von nur etwa 15 cm Schlagweite, die im Verein mit dem Wehnelt-Unterbrecher für die Praxis durchaus ausreichende Resultate ergeben. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Tafel I.



Okularende des großen Refraktors der Yerkes Sternwarte mit dem Spektroheliographen.



Die Kalziumbilder der Sonne.

Von Professor Dr. J. Scheiner in Potsdam.

Es ist eine ganz eigenartige wisseuschaftliche Technik, welche wir hier mit ihren Resultaten, die von hoher Bedeutung für die Kenntnis der Konstitution unserer Sonne zu werden versprechen, weiteren Kreisen bekannt gehen möchten. Sie ist eigenartig und gerade deshalb schwierig zu verstehen; man mufs ziemlich weit ausholen, um ihre Prinzipien klar zu legen.

Es darf als allgemein hekannt vorausgesetzt werden, dafs oberhalb der scheinbaren Sonnenoberfläche, der Photosphäre, sich Gaseruptionen von gewaltiger Ausdehnung in die dünnere Sonnenatmosphäre erheben. Sie sind bei den ersten Beohachtungen totaler Sonnenfinsternisse als rötlich gefärhte Hervorragungen am Sonnenrande gesehen worden und haben damals bereits ihren Namen „Sonnenprotuberanzen" erhalten. Wie die Untersuchung im Spektroskope lehrt, bestehen sie wesentlich aus Wasserstoff, Helium und Kalziumdampf, und der Umstand, dafs sie für gewöhnlich nicht sichthar sind, beruht einfach darauf, dafs ihre Helligkeit viel geringer ist als diejenige der durch die Sonne beleuchteten Erdatmosphäre in unmittelharer Nachbarschaft der Sonne. Bekanntlich kann das Auge nur Dinge wahrnehmen, die gegen ihre Umgebung einen Helligkeitsunterschied von mindestens 1 bis 2% besitzen. Für deutliche Sichtbarkeit ist ein viel gröfserer Unterschied erforderlich, der „Kontrast" mufs möglichst grofs sein. Bezeichnet man die Helligkeit einer Protuberanz mit h, die Helligkeit der beleuchteten Erdatmosphäre in unmittelbarer Nähe der Sonne mit H, so ist die scheinbare Helligkeit der Protuheranz h + H, und das Verhältnis hiervon gegen die Helligkeit der Umgebung H also der Kontrast $\frac{h+H}{H}$ ist unterhalb der ohen angegebenen Grenze gelegen.

Bei totalen Sonnenfinsternissen ist aber die Erdatmosphäre durch den Mond beschattet; H wird dann sehr klein, sogar kleiner als h, und mithin ist $\frac{h + H}{H}$ eine sehr merkliche Gröfse, die Protuberanz also sichtbar. Das ist mutatis mutandis genau derselbe Vorgang, der die Unsichtbarkeit der Sterne bei Tage, und ihre Sichtbarkeit bei Nacht bedingt.

Mit Hilfe des Spektroskopes können nun die Protuberanzen am Sonnenrande jederzeit zur Sichtbarkeit gebracht werden und zwar wieder genau nach demselben Prinzipe. Die erhellte Erdatmosphäre gibt ein wesentlich kontinuierliches Spektrum, d. h. das Licht derselben, welches auf den Spalt des Spektroskopes fällt, wird in ein langes Band ausgezogen und daher sehr stark geschwächt und zwar um so

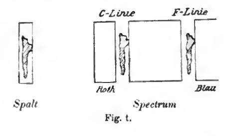


Fig. 1.

mehr, je stärker die Zerstreuung des Spektroskopes ist. Das Spektrum der Protuberanz besteht aber als Gasspektrum aus hellen Linien, deren Helligkeit mit zunehmender Zerstreuung des Spektroskopes nur unwesentlich geändert wird. Nur ihre Abstände werden hierdurch vergröfsert, und so kann man leicht eine Anordnung finden, bei welcher die Protuberanzlinien blendend hell auf mattem Untergrund erscheinen. Ist nun die Spaltöffnung des Spektroskopes (Fig. 1, links) so grofs, dafs sie das Bild der Protuberanz umfafst, so erscheinen natürlich im Spektrum statt des linienförmigen Spaltbildes die Spektrallinien von der Form der Protuberanz, wie dies durch die rechte Seite der Figur 1 an den Wasserstofflinien erläutert wird.

Man sieht also im Spektroskope die Protuberanz, je nach der benutzten Wasserstofflinie, in rotem, grün-blauem oder blau-violettem Lichte in ihrer wahren Gestalt und kann ihre zeitlichen, oft sehr rapiden Formänderungen in aller Deutlichkeit verfolgen. Ist die Protuberanz sehr grofs, so mufs der Spalt des Spektroskopes verhältnismäfsig weit geöffnet werden, und damit nimmt wieder die Helligkeit des spek-

tralen Hintergrundes zu, bis schliefslich der Kontrast zu gering wird, um die Protuberanz erkennen zu lassen. Man kann dann wieder durch Vermehrung der Zerstreuung das kontinuierliche Spektrum abschwächen. Bei der Konstruktion der „Protuberanzspektroskope“ mufs natürlich auf alle diese Dinge Rücksicht genommen werden.

Wenn man von einem Protuberanzspektroskope das Okular entfernt und dafür eine photographische Platte einsetzt, so steht natürlich nichts im Wege, die Protuberanz zu photographieren. Man hat in der Tat derartige Aufnahmen mehrfach ausgeführt.

Bei der Verwendung der Protuberanzspektroskope ist man gezwungen, den Sonnenrand nach Protuberanzen abzusuchen, was grofse Übung erfordert und ziemlich langwierig ist. Man ist daher schon vor vielen Jahren auf den Gedanken gekommen, Spektroskope zu konstruieren, welche unmittelbar den ganzen Sonnenrand mit allen Protuberanzen zur photographischen Abbildung bringen sollten. Praktische Erfolge sind bis zum Jahre 1889 bei diesen Versuchen nicht erzielt worden, was zum Teil an der mangelhaften Konstruktion der Apparate, zum Teil aber auch an dem Umstande gelegen hat, dafs man zur photographischen Aufnahme die im violettem Teile des Spektrums gelegenen Wasserstofflinien verwendete. Denn während die zur optischen Beobachtung der Protuberanzen allein benutzte rote C-Linie des Wasserstoffes sehr scharf ist, also auch scharfe Bilder der Protuberanzen erzeugt, sind die weiter nach Violett zu gelegenen Wasserstofflinien verwaschen, geben also unscharfe Bilder.

Im letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts wurden nun die Bemühungen des amerikanischen Astronomen Hale durch überraschende Erfolge gekrönt. Es gelang ihm, einen Apparat, Spektroheliograph genannt, zu konstruieren, der in wenigen Minuten ein Bild des ganzen Sonnenrandes in voller Schärfe zeichnete. Die Schärfe der Bilder wurde dadurch erzielt, dafs Hale statt der ungeeigneten Wasserstofflinien eine an der Grenze des Ultraviolett gelegene Kalziumlinie verwendete, die im Spektrum der Protuberanzen stets vorhanden ist.

Damit war der ursprüngliche Zweck der Untersuchungen Hales erreicht. Aber wie es so häufig bei Erfindungen oder Entdeckungen zu geschehen pflegt, zeigte sich sehr bald, dafs der Spektroheliograph geeignet war, über andere Phänomene in der Sonnenatmosphäre Aufschlufs zu geben, deren Studium bisher sehr erschwert und infolgedessen ziemlich vernachlässigt war, nämlich über die Sonnenfackeln, die wegen ihres geringen Kontrastes gegen die allgemeine

Photoephäre auf dem gröfsten Teile der Sonnenscheibe nicht zu erkennen waren und nur in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes beobachtet werden konnten. Gegenüber den überraschenden Resultaten, die nunmehr auf diesem Gebiete zutage gefördert wurden, mufste der ursprüngliche Zweck des Spektroheliographen immer mehr zurücktreten, und so beziehen sich die neuesten Ergebnisse nur noch auf die Sonnenfackeln. In den letzten Jahren hat Hale den Spektroheliographen in verbesserter Form mit dem mächtigsten Fernrohr der Erde, dem grofsen Refraktor der Yerkes Sternwarte, in Verbindung gebracht und damit Resultate erzielt, die nicht blofs in bezug auf ihre äufsere Schönheit Bewunderung verdienen, sondern auch von besonderer epochemachender Bedeutung für die Physik der Sonne sind.

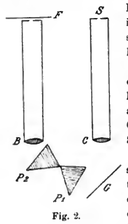


Fig. 2.

Es mögen nun zunächst die Prinzipien des Spektroheliographen in seiner letzten Form klargelegt werden. Das Äufsere desselben ist auf der Tafel I zu erkennen, auf welcher das Okularende des grofsen Refraktors mit dem Spektroheliographen dargestellt ist.

Das Spektroskop desselben unterscheidet sich nur wenig von einem gewöhnlichen Spektroskope. Der einzige Unterschied besteht in der Anbringung eines verstellbaren Spiegels, durch welchen erreicht wird, dafs das in den Spalt fallende Licht parallel zu seiner Einfallsrichtung zurückkehrt. In der schematischen Darstellung des Spektroskopdurchschnitts (Fig. 2) befindet sich bei S der Spalt. Das durch denselben eindringende Lichtbündel wird durch die Kollimatorlinse C parallel gemacht und fällt alsdann auf den Spiegel G, von welchem es zu den Prismen P_1 und P_2 reflektiert wird. Nach dem Durchgange durch die Prismen ist das Lichtbündel in seine Spektralfarben zerlegt und wird durch das Objektiv B des Beobachtungsfernrohrs als Spektrum auf eine in der Brennebene befindliche photographische Platte projiziert. Es sei noch erwähnt, dafs der Spiegel G durch ein reflektierendes Diffraktionsgitter ersetzt werden kann, durch welches das Licht ebenfalls in die Spektralfarben zerlegt wird. Bei dieser Anordnung wird natürlich eine beträchtlich gröfsere Zerstreuung erzielt, die für manche Zwecke vorteilhafter ist als die geringe, allein durch die Prismen erzeugte.

Die Einrichtungen, welche den Apparat von einem gewöhn-

lichen Spektroskope unterscheiden, sind nun die folgenden. Dicht vor der photographischen Platte F ist eine Metallplatte angebracht, in welcher ein feiner Spalt von der Form der zu benutzenden Spektrallinien eingeschnitten ist — bekanntlich sind die Spektrallinien bei der Anwendung von Prismen gekrümmt. Diese Platte ist verschiebbar und kann so gestellt werden, dafs sie genau mit der Spektrallinie koinzidiert. In diesem Falle ist also alles Licht bis auf das Licht dieser einzigen Spektrallinie von der photographischen Platte abgehalten. Wir wollen nun vorausschicken, die gewählte Spektrallinie, eine Linie des Kalziums, sei zwar im allgemeinen dunkel, also eine Absorptionslinie, aber an gewissen Stellen der Sonne hell. Es ist dann klar, dafs bei der Projektion des Sonnenbildes auf den Spalt des Spektroskops, nur die Stellen der Linie auf die photographische Platte wirken, welche den hellen Stellen auf der Sonne entsprechen. Die beistehende schematische Figur möge dies erläutern.

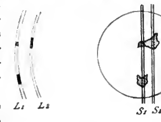


Fig. 3.

Durch den Refraktor werde das Sonnenbild (Fig. 3, rechts) auf den Spalt des Spektroskopes S_1 projiziert; die Sonnenscheibe enthalte zwei Stellen (schraffiert angedeutet), welche die Kalziumlinie hell geben. Dann müssen auf der photographischen Platte (Fig. 3, links) entsprechend zwei Linienstücke (schwarz angedeutet) der Linie L_1 abgebildet werden. Hätte sich der Spalt bei S_2 befunden, so wäre nur das eine obere Linienstück in L_2 und zwar, entsprechend dem gröfseren Durchmesser des „Kalziumfleckes“, an dieser Stelle etwas länger als in L_1 aufgenommen worden. Würde man also den Spalt fortwährend um eine Kleinigkeit verstellen und bei jeder Verstellung eine Aufnahme auf einer anderen Stelle der photographischen Platte machen, so würde man nachher die abgebildeten Linienstücke zusammensetzen und aus ihnen dann die Figur der beiden Kalziumflecke erkennen können. Das geschieht nun auf kompliziertem Wege in ganz kontinuierlicher Weise beim Spektroheliographen, indem durch langsame Drehung des Fernrohrs um die Deklinationsachse das ganze Sonnenbild über den Spalt hinweggeführt wird, während die photographische Platte sich gleichzeitig mit genau derselben Geschwindigkeit hinter dem zweiten Spalt verschiebt. Das Resultat ist eine getreue Abbildung aller derjenigen Stellen der Sonnenscheibe, welche die Kalzium-

linie hell zeigen, d. h. ein Kalziumbild der Sonne, auf dem man tatsächlich nur den hellglühenden Kalziumdampf in der Sonnenatmosphäre sieht, sonst nichts. Die Methode läfst sich naturgemäfs auf alle anderen Elemente, deren Linien auf der Sonnenscheibe an einzelnen Stellen hell erscheinen, ausdehnen, sofern man nur die entsprechenden Spektrallinien benutzt. So kann man vor allem auch Wasserstoffbilder erzeugen.

Dafs bei dem Spektroheliographen die Kontrastwirkung zwischen heller Linie und Hintergrund eine sehr viel kräftigere ist als bei den Protuberanzspektroskopen, liegt auf der Hand, denn bei ihm ist der Hintergrund völlig schwarz, da durch die Metallplatte alles störende Licht abgeschnitten ist.

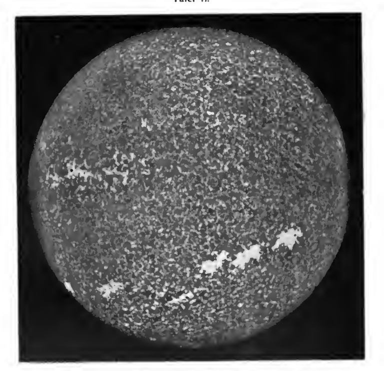
Welche aufsergewöhnlich grofsen Dimensionen der auf Tafel I abgebildete Spektroheliograph besitzt, wird man leicht aus der Angabe ersehen, dafs das Fokalbild der Sonne im grofsen Refraktor der Yerkes Sternwarte einen Durchmesser von 18 cm hat. Eine entsprechende Höhe müssen also auch z. B. die Prismen besitzen.

In betreff der bis jetzt mit diesem Instrument erreichten Ergebnisse können wir uns kurz fassen, da Hale seine Hypothesen hierüber selbst nur als „Arbeitshypothesen" bezeichnet. Als sicher hat sich herausgestellt, dafs diejenigen Teile der Sonnenoberfläche, welche im leuchtenden Kalziumdampf erscheinen, sehr nahe mit den Fackeln zusammenfallen, oder mit anderen Worten, dafs die Kalziumbilder der Sonne die Fackelbilder sind und damit den grofsen Vorteil bieten, nunmehr das Verhalten der Fackeln auf der ganzen Sonnenscheibe sichtbar zu machen, während sie im Fernrohr nur in der Nähe des Randes beobachtet werden können. Es scheint aber so, als wenn sich die leuchtenden Kalziumdämpfe auch zuweilen an Stellen zeigten, die frei von den eigentlichen Fackeln sind. Aus diesem Grunde hat auch Hale für die hellen Kalziumwolken einen neuen, im übrigen nicht gerade sehr geschmackvollen Namen eingeführt: „Calciumflocculi."

Die besseren, bei vorzüglichen Luftzuständen erhaltenen Haleschen Aufnahmen zeigen eine sehr feine Struktur der Flocculi. Diese setzen sich aus ganz kleinen Elementen zusammen, die ihrer Gröfse und Form nach mit den bekannten, auf der ganzen Sonnenscheibe sichtbaren hellen Körnern, welche die Granulation der Sonnenoberfläche bedingen, übereinstimmen und wahrscheinlich auch mit ihnen identisch sind, indem sie die obersten Spitzen derselben bilden.

Hale geht aber noch weiter. Da die Kalziumlinien vom Sonnenrande nach aufsen spitz zulaufen, an dem Rande aber stark verbreitert sind, wie das infolge des nach unten zunehmenden Druckes

Tafel II.



Kalziumbild der Sonnenscheibe. 1903, August 12.

natürlich ist, so nimmt Hale an, dafs die Mitte und die Ränder der verbreiterten Kalziumlinien im Sonnenspektrum verschiedenen Höhen über der Photosphäre entsprechen, dafs man daher Bilder aus verschiedenen Niveauflächen der Sonnenatmosphäre erhält, je nachdem der zweite Spalt des Spektroheliographen auf die Mitte oder auf die Randpartien der Kalziumlinie gesetzt wird. Zukünftige Forschungen müssen über die Richtigkeit dieser Hypothese entscheiden, und es hat daher wenig Zweck, jetzt schon an dieser Stelle uns in diese

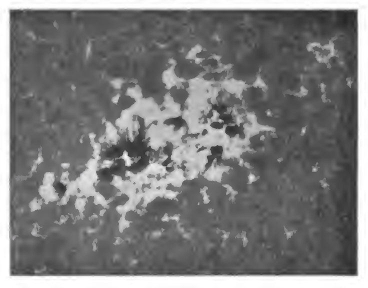


Fig. 4.

theoretischen Betrachtungen zu vertiefen. Dagegen kann der Leser nur durch eigene Anschauung sich eine Vorstellung von der Schönheit der Haleschen Aufnahmen und von ihrer wissenschaftlichen Bedeutung bilden. Es sind daher dieser Beschreibung mehrere verkleinerte photographische Reproduktionen Halescher Aufnahmen beigegeben, denen ich einige kurze Erläuterungen zufüge.

Tafel II. Die ganze Sonnenoberfläche erscheint bedeckt mit kleinen und kleinsten Flocculi, die sich besonders im unteren, südlichen Teile der Sonnenscheibe in der Gegend der dort vorhandenen Fackeln zu gewaltigen Wolken zusammenballen. Die Fleckenkerne selbst treten als kleine dunkle Öffnungen in den Kalziumwolken hervor.

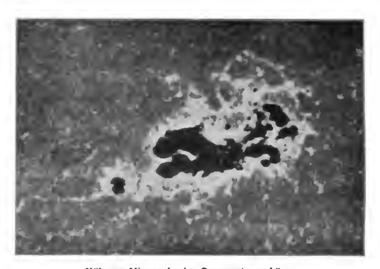
Tafel III. Der Sonnenfleck selbst erscheint in der Form, wie bei direkter photographischer Aufnahme. Er ist aber umgeben und teilweise durchzogen von Anhäufungen von Kalziumdampf, deren feinere Struktur gut zu erkennen ist; auch die weitere Umgebung des Flecks ist mit Flocculis erfüllt. Die obere Aufnahme entspricht nach der Haleschen Theorie der tiefsten Schicht des Kalziumdampfes; sie zeigt die einzelnen Figurationen viel weniger intensiv und deutlich als die untere Aufnahme, die von einem höheren Niveau in der Sonnenatmosphäre stammt.

Fig. 4 zeigt ungemein dichte Anhäufung des Kalziumdampfes als Begleitung der grofsen Fleckengruppe vom Oktober 1903. Die Längsausdehnung dieser Wolke entspricht dem 5. Teile des Sonnendurchmessers, beträgt also 40 000 geographische Meilen.





Tieferes Niveau in der Sonnenatmosphäre.



Höheres Niveau in der Sonnenatmosphäre.
Kalziumbild des Sonnenflecks. 1903, Oktober 9.



Neueste Forschungen über den elektrischen Strom.

Von Professor B. Weinstein in Berlin.

Es ist nicht meine Absicht, dem Leser eine Lehre des elektrischen Stromes vorzutragen, die Wirkungen dieser Erscheinung und ihre Gesetze ins Licht zu stellen. Ich beabsichtige vielmehr, grundlegende Untersuchungen früherer und neuester Zeit in ihrer Bedeutung vorzuführen und Schlüsse auf die Natur oder wenigstens auf die Theorie des elektrischen Stromes zu ziehen, und auch einiges zu sagen, was bisher noch nicht gesagt ist.

Der Leser würde mir wahrscheinlich die Theorie gern schenken, wenn ich ihm nur über das Wesen des Stromes etwas mitteilen könnte. Allein der Stand unseres Wissens auf diesem Gebiete läfst kaum mehr als Vermutungen zu, und selbst diese in so unbestimmter Form, so umschleiert von allen möglichen Vorbehalten, dafs viel mehr als ein Bild mit ganz verschwommenen Umrissen nicht zum Vorschein kommt. Man sieht wohl etwas, ohne jedoch sagen zu können, was dieses Etwas vorstellt. Es ist höchst seltsam, dafs ein Gegenstand, der doch sozusagen auf der Strafse liegt und der sich so real bemerkbar macht, dafs vor seiner Berührung auf langen Tafeln polizeilich gewarnt wird, sich vor den alles durchdringenden Augen der Wissenschaft so unfindbar verstecken kann. Der elektrische Strom führt wohl das geheimnisvollste Dasein aller Gegenstände der Natur, die Seele vielleicht ausgenommen, wiewohl bei dieser ein gut Teil des Verborgenseins von der chinesischen Mauer aus Vorurteilen herrührt, mit der wir sie so ängstlich umgeben, damit sie uns nicht von räuberischen Materialisten gestohlen wird, was wahrlich Welten von Kraft nicht möglich sein möchte. Von dem was bleibend ist suchen wir wohl ebenfalls die Erklärung. Was und woher die Substanz? Wer gab die Energie? Doch suchen wir resigniert mit dem sicheren Bewufstsein, dafs wir doch nichts finden werden. Aber was kommt und geht, worüber wir so offenbare Macht haben, dafs wir es schaffen und vernichten, senden wohin wir wollen, nach unserem Belieben arbeiten lassen können;

davon nicht zu wissen, womit wir es zu tun haben, ist fast ärgerlich. Ich werde den elektrischen Strom bald als Gegenstand, bald als Erscheinung oder als Vorgang bezeichnen, da man noch nicht weifs, aus welcher Klasse von Namen man ihn nennen soll. Gibt es doch Forscher, die ihn sogar zu dem mathematischen Begriff einer Kraftachse verflüchtigen, wie denn auch die handgreifliche Materie oft selber als ein Haufen von Kraftzentren bezeichnet worden ist und noch bezeichnet wird. Die Namen, die ich wähle, sollen also zunächst nur der Bequemlichkeit und dem Wunsch, Gleichklang zu vermeiden, erwachsen sein und freilich auch zu schon vorausgenommenen Bildern passen.

Der elektrische Strom ist eine anscheinend sehr zusammengesetzte Erscheinung, wenigstens, wenn wir als elektrischen Strom dasjenige definieren, was elektromagnetische Wirkungen hervorruft. Er besteht aus mehreren Teilen, die einzeln oder beliebig verbunden auftreten können. Da dieses einen Hauptpunkt der ganzen Untersuchung bildet, mufs ich darauf näher eingehen. Was wir gewöhnlich als elektrischen Strom bezeichnen, ist der Leitungsstrom. Einfacher Anschauung zufolge, der ich zunächst nachgehe, fliefst bei diesem die Elektrizität im Leiter, wie Wasser in einem Rohr. Wer nur eine Art Elektrizität zuläfst, etwa die sogenannte negative, und die zweite Art Elektrizität in einem Mangel an dieser einen Art erblickt, setzt voraus, dafs im Leitungsstrom nur diese eine Elektrizität sich bewegt. Wer die Existenz zweier Elektrizitäten zugesteht, neben der negativen die positive, mufs sie beide ineinander nach entgegengesetzten Richtungen strömen lassen. Der Körper, durch den die Elektrizität fliefst, setzt ihrer Bewegung einen gewissen Widerstand entgegen, den man ähnlich einem Reibungswiderstand auffafst, und indem der Widerstand überwunden wird, entsteht wie bei der Überwindung von Reibung Wärme. Diese Wärme ist für den Leitungsstrom sehr charakteristisch. Da ein Widerstand überwunden werden mufs, bedarf es für den Strom einer treibenden Kraft, das ist die elektromotorische Kraft. In den Leitern wird sie durch die ungleiche elektrische Spannung geliefert, welche in ihnen herrscht. Diese ihrerseits verdankt ihre Entstehung der sogenannten freien Elektrizität. Die freie Elektrizität darf nicht mit dem elektrischen Strom verwechselt werden, sie bewegt sich nicht, sondern bleibt während des ganzen Stromvorganges fest liegen. Aufserdem befindet sie sich, sofern der Leiter keine Ungleichheiten in seiner inneren Beschaffenheit zeigt, nur auf der Oberfläche des Leiters. Sind solche Ungleichheiten vor-

handen, so kann freie haftende Elektrizität auch an der Berührungsfläche ungleichartiger Teile bestehen. Man sieht schon, selbst der Leitungsstrom ist keine einfache Erscheinung; er besteht aus mindestens zwei Erscheinungen, dem eigentlichen Strom innerhalb des Leiters und der ihn treibenden freien Elektrizität auf der Oberfläche des Leiters und an den Grenzflächen; letztere sind eben die Flächen, an denen die gleichartige Beschaffenheit des Leiters unterbrochen ist. Diese Flächen nennen wir, wenn sie sich innerhalb des Leiters befinden, Grenzschichten; solche sind beispielsweise die „Lötstellen“ an Thermoelementen. Beenden die Grenzflächen den Leiter, so heiſsen sie im beschränkten Fall, daſs andere Leiter durch sie mit dem betreffenden Leiter in Verbindung stehen, Pole, sonst, wenn beispielsweise Flüssigkeiten oder Gase an sie stoſsen oder sie umgeben, Elektroden, wie Kupfer und Zink in dem Daniellschen Element, Kohle und Zink im Bunsen-Element, die Platindrähte oder Aluminiumscheibchen in den Geiſslerschen und Röntgenröhren u. s. f. Die Spannungsdifferenz der freien Elektrizitäten an diesen Elektroden ist es, was man gewöhnlich als elektromotorische Kraft des Daniellschen Elements, des Bunsen-Elements u. s. f. versteht. Doch spricht man auch von Polspannung, Klemmspannung, was dasselbe sein soll, indem man von den Polen als Enden des Leiters ausgeht. Tatsächlich haben wir an jeder Stelle Spannung und an jeder Stelle besondere elektromotorische Kraft als Spannungsunterschied für eine Streckeneinheit der Strombahn. Doch kann es vorkommen und ist sogar praktisch das gewöhnliche, daſs die elektromotorische Kraft längs der ganzen Bahn des Stromes einen und denselben Betrag aufweist; alsdann braucht man sie nicht für die verschiedenen Stellen zu unterscheiden. Das ist, ich möchte sagen, das Abc des Leitungsstroms, aber wie der Leser schon sieht, stehen doch mehr Worte als Bilder auf dem Blatt.

Um zu Bildern zu gelangen, machen wir Gebrauch von der so berühmt gewordenen Elektronenlehre. Dieser zufolge enthält jeder Körper in seinen kleinsten, ihn chemisch noch bestimmenden Teilchen Elektrizität beider Art. Man nennt diese kleinen Teilchen bekanntlich Molekeln. Eine Molekel Wasser — ich mache als Schulmeister, der ich hier bin, darauf aufmerksam, daſs es richtig die Molekel (molecula) heiſsen muſs, wenn auch viel öfter das Molekül gesagt und geschrieben wird; gar das Molekel zu sagen, halte ich wegen der zweiten Silbe für halb bösartig — ist das kleinste Teilchen Wasser, welches chemisch noch als Wasser angesprochen werden kann; ein kleineres

Teilchen als diese Molekel würde chemisch nicht mehr Wasser sein. Wohlgemerkt: chemisch, nach der chemischen Zusammensetzung; physikalisch darf man die Teilung nicht entfernt soweit treiben; lange bevor man zur Molekel gelangt ist, haben die Teile physikalisch ihre Eigenschaften als Wasser geändert. Eine solche Molekel nun ist schon nach uralten Theorien — als welche gegenwärtig, wo jeden Tag was Neues wächst, Theorien gelten, die unsere Grofsväter oder gar Väter geschaffen haben — in sich noch zusammengesetzt. Sie besteht aus noch kleineren Teilchen, die wir, wenn sie die aller- allerletzten sind, die weiter nicht geteilt werden können, Uratome nennen, oder einfach Atome. Doch können solche Atome in der Molekel noch für sich besondere Komplexe bilden, die dann als Untermolekeln anzusprechen sein würden. Man nimmt nun an, dafs jede Molekel in eine Anzahl Atome, oder Atomkomplexe, zerfällt, deren jedes eine gewisse Menge Elektrizität von Urbeginn enthält, die also mit ihr verbunden ist. Diese Elektrizität ist das hochberühmte Elektron. Es ist ein Individuum wie das Atom, mit dem es sich verschwistert hat. Das Elektron kann aber positiv oder negativ sein. Also jede Molekel enthält positive und negative Elektronen. Begeisterte Anhänger dieser Elektronen haben sogar angenommen, dafs sie allein die Molekeln der Körper bilden. Leichten Herzens haben sie die Träger der Elektronen, die Atome, herausgeschmissen, und da doch gleichwohl die Substanz nicht fortgeleugnet werden kann, haben sie die Elektronen selbst zu Substanz gemacht. Alle Substanz soll reine Elektrizität sein nichts anderes. Man steht dieser elektrischen Orthodoxie etwas verblüfft gegenüber. Indessen so weit sind wir noch nicht, denn die Substanz hat eine furchtbare Waffe, mit der sie sich verteidigt: ihre absolute Faulheit, ihre Trägheit, wogegen die Elektrizität ein ungemeiner Leichtfufs ist. Wir lassen also beiden ihr Recht, den Atomen wie den Elektronen. Die Gesamtmenge negativer Elektronen, gemessen in Elektrizität, soll genau so grofs sein wie die der positiven. Gleichwohl können und sollen die Anzahlen negativer Elektronen gröfser unter Umständen sogar sehr viel gröfser sein als die der positiven, so dafs ein negatives Elektron sich nur klein gegenüber einem positiven ausnehmen würde. Auch sonst sollen sich die negativen Elektronen anders verhalten wie die positiven, namentlich sollen sie sich weit leichter von ihren Trägern, den Atomen, entfernen oder mit diesen bewegen können als die positiven. In der Tat ist es nur in sehr wenigen, dazu nicht einmal ganz zweifelfreien Fällen gelungen, von den Atomen losgelöste positive Elektronen festzustellen (bei den

Kanalstrahlen), während die negativen oft und leicht, so in den Strahlungserscheinungen der sogenannten Kathode, sich auf Wanderschaft begeben. Bildet eine gewisse Zahl Atome mit ihren positiven Elektronen einen zusammenhaltenden Komplex, so gehören dazu andere, ebenfalls einen Komplex ausmachende Atome mit negativen Elektronen. Zusammen sind sie die ganze Molekel oder eine Untermolekel. In beiden Fällen nennen wir jeden dieser Komplexe ein Ion, und zwar den ersten ein positives, den zweiten ein negatives. Beide heifsen sie die Ionen der Molekel oder der Untermolekel. Ion ist ein „Wanderndes"; wir werden bald sagen, warum der Name zutrifft. Im Plural sollte er richtig Ionten lauten, aber die Bezeichnung Ionen hat sich unausrottbar eingebürgert.

Eine Molekel kann aus einem Ionenpaar bestehen oder aus mehreren solchen Ionenpaaren. Es kann vorkommen, dafs in jedem Paar die Ionen fest zusammenhalten, so dafs bei irgend welchen Zerteilungen der Molekeln immer nur Untermolekeln erhalten werden. Indessen kann es auch geschehen, dafs ein Paar oder mehrere Paare sich in ihre Ionen zerlegen. Das mufs sich sofort verraten, denn dann enthalten die Teile, in die die Molekel auseinandergegangen ist, auf einer Seite mehr positive, auf der anderen mehr negative Elektrizität, sie sind also nach aufsen positiv oder negativ elektrisch, was im ersten Fall nicht stattfindet, weil genau soviel positive wie negative Elektrizität vorhanden ist. Wir nennen Körper, deren Molekeln in Ionen zerfallen können, Elektrolyte, solche, bei denen der Zerfall nur in Ionenpaaren zu geschehen vermag, Nichtelektrolyte. Aufserdem kann es vorkommen, dafs der Zerfall nicht die Molekeln selbst betrifft, sondern ihre Elektronen, die Elektronen entfernen sich ganz oder zum Teil von ihren Atomen, sie sind dann ihrerseits freie Atome, Elektrizität und werden gerade dann als Elektronen bezeichnet. Dieses betrifft, wie bemerkt, namentlich die negativen Elektronen und findet vor allem statt in und an den Metallen.

Nunmehr können wir sagen, wie man sich gegenwärtig die Leitung eines Stromes vorstellt. Wir nehmen zunächst ein Metall als Strombahn. Wirkt an irgend einer Fläche im Innern des Metalls eine elektrische Kraft, so trennt sie dort die negativen Elektronen von ihren Atomen und treibt sie auf der einen Seite der Fläche nach vorwärts, auf der anderen Seite zieht sie sie zu sich hin. Die getriebenen Elektronen treiben ihrerseits die vor ihnen liegenden von den Atomen fort und vor sich hin. Indem dieses durch das ganze Metall geschieht, findet gleichsam ein Strömen der Elektronen des

Metalls von der einen Seite des Sitzes der elektromotorischen Kraft zu der anderen in geschlossener Bahn statt. Je stärker die Kraft, desto mehr Elektronen kann sie von den Atomen lösen und treiben und mit desto gröfserer Geschwindigkeit, das heifst mit desto rascherem Wechsel der Elektronen an jeder Stelle; desto stärker also der Strom. Aufserdem kommt noch in Betracht, dafs die Elektronen sich nicht ohne weiteres von den Atomen trennen lassen, und ferner, dafs sie sich auch nicht frei zwischen den Molekeln zu bewegen vermögen. Das bedingt den elektrischen Widerstand, den die Molekel leistet, und der in seiner Höhe nach der Natur des Metalls sich richtet.

Den Vorgang selbst kann man sich übrigens in doppelter Weise denken. Entweder geht die Bewegung der Elektronen nur von Molekelschicht zu Molekelschicht, so dafs jedes vorliegende Elektron von einem nachfolgenden von seinem Atom vertrieben oder abgesprengt wird, indem sich letzteres an die Stelle des anderen Elektrons auf das betreffende Atom lagert. In diesem Falle ist die Beschaffenheit des leitenden Körpers gar nicht geändert, denn in jedem Augenblick hat jedes Atom sein Elektron; es tritt nur nach einer Richtung stattfindende Auswechselung der Elektronen ein, und höchstens Molekeln einiger Schichten besitzen keine Elektronen oder nicht so viele, wie sonst ihnen zukommen würden, weil diese Elektronen gerade losgerissen sind und sich in Bewegung zu den anderen Schichten befinden, während der Ersatz noch nicht herangenaht ist. In der anderen Vorstellung kann man sich die Elektronen ganz oder zum Teil von den Atomen vertrieben und zwischen den Molekeln als einen Schwarm sich bewegend denken. Der Strom ist hier wirklich ein Strom von Elektrizität, nämlich von Elektronen, und der betreffende Körper als solcher besteht aus mehr oder weniger Molekeln mit Elektronen, zwischen welchen andere, freie Elektronen ziehen. Bei dieser Vorstellung sollte man die Beschaffenheit des Körpers als verändert ansehen, was aber mit Sicherheit nur in gewissen Fällen festgestellt scheint, auf die noch zurückzukommen ist. Am zweckmäfsigsten wird man von beiden Vorstellungen zugleich Gebrauch machen, also sowohl Austausch, als Schwärmen der Elektronen annehmen. Wie dem aber auch sei, so lehrt diese Anschauung, dafs ein elektrischer Strom nicht fremde Elektrizität durch einen Körper führt, sondern nur in einer Bewegung der dem Körper eigenen Elektrizität besteht. Das fremde ist lediglich die diese Bewegung veranlassende elektromotorische Kraft.

Woher kommt aber nun die sogenannte freie und ruhende Elektrizität auf der Oberfläche des Leiters und überhaupt an jeder Fläche, welche zwei verschieden geartete Stoffe trennt? Die nächste Antwort wäre, ebenfalls aus dem Körper oder aus den Körpern. Verfolgen wir erst den Fall eines Leiters, der aus zwei sich in einer Fläche berührenden Metallen besteht. Da die Elektronen an den Atomen immerhin haften, wird angenommen, dafs eine gewisse Anziehung zwischen ihnen und diesen Atomen besteht. Es kann auch keinem Zweifel unterliegen, dafs namentlich die positiven Elektronen von ihren Atomen festgehalten werden, und zwar, je nach der Beschaffenheit der betreffenden Körper, mit mehr oder weniger Kraft. So wird von Körpern, die sich in einer Flüssigkeit, z. B. einer Säure leicht lösen, angenommen, dafs die Molekeln in Ionen zerfallen und ein Ion mit den positiven Elektronen in die Flüssigkeit geht. Dagegen soll bei Körpern, die sich nicht lösen, ein Zerfall der Molekeln nicht stattfinden, und statt dessen sollen die positiven Elektronen sich von ihren Atomen trennen und in die Lösung gehen. Bei Körpern erster Art halten also die Atome ihre positiven Elektronen fest, und wenn letztere durch eine elektrische Kraft in die Flüssigkeit getrieben werden, fahren sie auf ihren Trägern, den Atomen, hinein. Atome von Körpern der zweiten Art lassen die positiven Elektronen leicht los, die dann für sich der treibenden Kraft folgen können. Diese Betrachtung ist von höchster Wichtigkeit für die Elektrolyse und überhaupt für die Zersetzung der Substanzen, für die Dissoziation, worauf bald zurückzukommen ist. Also die Substanzen üben Kraftwirkungen auf die Elektronen aus, und zwar je nach ihrer Art und auch je nach der Art der Elektronen verschieden. Stofsen nun zwei Substanzen aneinander, so wird jede von ihnen zunächst die eigenen Elektronen festhalten, aufserdem aber auch die Elektronen der anderen Substanz heranziehen. Da die Anziehung wesentlich die positiven Elektronen betrifft, so wird die stärkere Substanz diese Elektronen der anderen Substanz an sich raffen; an der Grenzfläche entsteht so ein Ansturm positiver Elektronen. Indem aber die schwächere Substanz positive Elektronen verliert, werden negative in ihr frei, und diese folgen den positiven Elektronen, soweit die neben diesen Wirkungen auch bestehenden rein elektrischen Kräfte es zulassen. So bildet sich an der Grenzfläche eine zweite Schicht von Elektronen, und es befinden sich an dieser Grenzfläche zwei Schichten Elektronen, eine Schicht positiver und eine andere negativer Elektronen. Bekanntlich nennt man die in diesen Schichten vorhandene Elektrizität Berührungs-

(Kontakt-)Elektrizität oder auch Volta-Elektrizität. Die vorstehende Anschauung aber, ohne das Mittel der Elektronen, hat Helmholtz vor langer Zeit entwickelt. Sie ist, wie ich bemerken will, mit vielen Schwierigkeiten verbunden, aber erheblich besser sind andere Theorien, die man noch aufgestellt hat, auch nicht. So sind die freien ruhenden Elektrizitäten an der Grenzfläche zwischen zwei Leitern ermittelt.

Nun die Elektrizität an der Oberfläche eines Leiters. Diese Oberfläche ist die Grenzfläche zwischen dem Leiter und dem ihn umgebenden Nichtleiter (z. B. Luft). Von einem Nichtleiter müssen wir annehmen, dafs seine Elektronen weder für sich noch mit ihren Atomen sich aus den Molekeln zu entfernen vermögen, und dafs auch in ihn weder freie noch an Ionen gebundene Elektronen eintreten können, (was natürlich nicht ausschliefst, dafs unter Umständen Molekeln doch in Ionen zerfallen und dafs auch fremden Molekeln oder Ionenpaaren der Eingang und der Durchgang gestattet wird.) Haben sich hiernach an der Oberfläche eines Leiters Elektronen aus den Molekeln, mit oder ohne ihre Atome abgelöst, so bleiben sie daselbst und können sich nicht in dem Nichtleiter verbreiten. Nun aber, warum bewegen sie sich nicht entlang der Oberfläche des Leiters? Hier weifs ich, da die gewöhnlichen elektrischen Kräfte mir nicht auszureichen scheinen. Keine andere Aushilfe als die Annahme, dafs die Nichtleiter die Elektronen mit grofser Kraft anziehen und sie auf diese Weise an der Oberfläche festhalten. Da sie ferner selbst keine Elektronen abgeben, findet sich an dieser Oberfläche nur eine Schicht von entweder negativen oder positiven Elektronen. Ist der den Leiter umgebende Körper kein absoluter Nichtleiter, so tritt eine Mischung der beiden Fälle ein; wir haben zwei ruhende Elektronenschichten, nur dafs eine dieser Schichten stärker ist als die andere und dafs Elektronen die Schichten durchqueren können, wie dieses bei den zuerst behandelten Grenzschichten zwischen zwei Leitern der Fall ist.

In gewissen Fällen bleiben die Elektronen der Grenzschichten nicht unbewegt an ihrem Orte, dann nämlich, wenn zwischen den verschiedenen Teilen des zusammengesetzten Leiters Temperaturdifferenzen bestehen. Es tritt dann zufolge dieser Wärmeunterschiede eine treibende elektromotorische Kraft auf, welche die Elektronen an den Grenzschichten wie im Leitungsstrom vorwärts schiebt. Der so entstehende Strom ist bekanntlich der Thermostrom. Wie durch Wärmeunterschiede eine elektromotorische Kraft hervorgebracht wird, ist noch recht dunkel. Wir können lediglich annehmen, dafs durch

solche Unterschiede auch Unterschiede in dem Aufbau der Molekeln verursacht werden, mittelbar also auch in der Verteilung der Elektronen. Wo ein Wärmeüberschufs besteht, werden die Molekeln aufgelockert; dadurch werden die Elektronen freier und geben Krafteinwirkungen leichter nach als die Elektronen derjenigen Molekeln, die keine Auflockerung erfahren haben. Die Krafteinwirkungen aber können von den Molekeln selbst herstammen, entweder aus Fernwirkung oder durch Stöfse. In letzterer Hinsicht nimmt man bekanntlich an, dafs die Molekeln der Körper sich in steter zitternder Bewegung befinden, wobei sie fortwährend aneinanderprallen. Sind die Molekeln überall durchschnittlich gleich gebaut und in gleicher Bewegung, so kann sich durch das Aneinanderprallen im Durchschnitt nichts ändern. Sobald jedoch durch Wärmeungleichheiten auch Ungleichheiten im Bau und in der Bewegung der Molekeln hervorgerufen werden, müssen die Wirkungen des Aneinanderprallens an verschiedenen Stellen verschieden sein. Es werden an Stellen gröfserer Auflockerung und hastigerer Bewegung, das ist an Stellen höherer Temperatur, mehr Elektronen durch die Stöfse der Molekeln von den Atomen abgesprengt als an anderen. Indessen spielen hier auch diejenigen Kräfte mit, welche — wie wir bei der Kontaktelektrizität sahen — von den Molekeln auf die Elektronen ausgeübt werden, denn in absolut homogenen Körpern vermögen Wärmeungleichheiten elektrische Ströme anscheinend nicht zu verursachen. Thermoströme sind wohl nur vorhanden, wenn Wärmeungleichheiten verschiedene Leiter, wie Leiter aus Wismut und Antimon betreffen, oder einen Leiter zwar von chemisch überall gleicher Substanz, der aber durch besondere Behandlung an verschiedenen Stellen voneinander abweichende physikalische Eigenschaften erhalten hat.

Wenn ein Leiter eine ringsgeschlossene Bahn bietet, bewegen sich die Elektronen in dieser Bahn. Ist dieselbe an irgend einer Stelle unterbrochen, so prallen die Elektronen an dieser Stelle an; sie wirken dadurch auf die ihnen folgenden zurück, und in kurzer Zeit kommt alles, falls die treibende Kraft nicht hinreicht, das Hindernis zu überwinden, zum Stillstand; es ist kein Strom mehr vorhanden. Gleichwohl kann, wenn die elektromotorische Kraft noch besteht, der Zustand der Elektronen im Leiter nicht der nämliche sein, als wenn auf den Leiter überhaupt nichts wirkte; dagegen spricht schon der Umstand, dafs die freie Elektrizität erhalten bleibt. Die Elektronen in einem solchen Leiter müssen also anders verteilt sein als im Falle absoluter Ruhe. Ändert sich die elektromotorische Kraft, so ändert sich die

Verteilung der Elektronen; letztere bewegen sich rasch in ihre neuen Stellungen. Geht die Änderung der elektromotorischen Kraft periodisch vor sich, so tritt das nämliche in der Verteilung, also auch in der Bewegung der Elektronen ein. Wir haben dann sogenannte elektrische Schwingungen im Leiter, die sich bekanntlich auf den den Raum erfüllenden Äther übertragen. Während aber die Schwingungen im Leiter noch zu den Leitungsströmen gehören, sind die Schwingungen im Äther Ströme ganz anderer Art, wie später gezeigt werden soll.

Unter Umständen kann die elektromotorische Kraft so grofs werden, dafs die Elektronen das Hindernis überwinden. Sie stürmen dann aus dem Leiter, allein oder mit Atomen des Leiters, wie ein Sprühfeuer heraus und geben so die verschiedenen Strahlengattungen, namentlich die Kathodenstrahlen. Die Geschwindigkeit, mit der sie sich dabei bewegen, kann aufserordentlich grofs werden; wir kennen Fälle, in denen sie an 50 000 und mehr km für die Sekunde betrug, was mehr als hinreichen würde, ein Elektron in der Sekunde ganz um die Erde herumzujagen. So ungeheure Geschwindigkeiten würden an Stellen, die dem Anprallen der Elektronen ausgesetzt sind, furchtbare Verwüstungen anrichten, wenn ihre Massen nur irgend erheblich wären. Diese sind aber, falls sie überhaupt bestehen, aufserordentlich minimal. Der Durchmesser der Elektronen verhält sich zu demjenigen einer Billardkugel, wie die Gröfse eines Fixsternes zu dem die Fixsterne im Durchschnitt trennenden Zwischenraum. Es hat jemand gesagt, dafs, wenn wir ein Stück Platin so betrachten könnten wie das Weltall, dieser so dichte Körper uns so leer vorkommen würde wie dieses Weltall, und die Elektronen wären die Sonnen darin; so unhändig winzig sind die letzteren. Dafs aber die Elektronen an Stellen, wo sie aufprallen, gleichwohl sehr augenfällige Wirkungen hervorbringen, ist jedem Leser aus den Geislerschen Röhren und den Röntgen-Röhren, bekannt. Es ist bezeichnend, dafs der Elektronenstrom zwar von einem Ende des Leiters, von der sogenannten Kathode ausgeht, aber nicht nach dem anderen Ende, der sogenannten Anode, hinzielt, sondern unbekümmert um diese seinen geraden Weg nimmt. Die Anode spielt dabei eine merkwürdig untergeordnete Rolle. In der Tat sind diese Elektronenströme nicht mehr die Fortsetzung des Stromes, der den Leiter durchzieht, sie sind besondere, Leitungsströmen nicht zu vergleichende Ströme. Wir müssen annehmen, dafs in den Geifslerschen Röhren neben ihnen noch etwas vorgeht, was von Kathode zu Anode gerichtet ist, falls eine solche vorhanden ist. Darauf komme ich ebenfalls zurück.

Nun wollen wir noch einen dritten Fall betrachten. Wir schalten an der Unterbrechungsstelle des Leiters eine Flüssigkeit ein, d. h. wir tauchen die Enden des Leiters, durch den der Strom geht, in eine Flüssigkeit. Gehört diese Flüssigkeit den Nichtelektrolyten an, so ist dieser Fall von den voraufgehenden Fällen nicht verschieden. Anders jedoch, wenn die Flüssigkeit ein Elektrolyt ist. Löst sich der Leiter in dieser Flüssigkeit nicht, so treten, durch den Strom getrieben, von einem Ende negative, vom anderen Ende positive Elektronen in die Flüssigkeit ein, oder, was meist angenommen wird und denselben Erfolg hat, es treten von beiden Enden positive, aber von dem einen mehr als vom anderen ein. Das erstere ist eine bequemere Ausdrucksweise. Da die Molekeln der Flüssigkeit selbst Elektronen enthalten, können die in die Flüssigkeit gehenden Elektronen des Leiters nicht ohne Einflufs auf jene sein. Die eintretenden negativen vertreiben die negativen, die positiven die gleichbenannten Elektronen der Flüssigkeitsmolekeln. So entsteht in der Flüssigkeit ein Wandern negativer Elektronen nach der Seite hin, wo die positiven ausgetreten sind, und positiver nach der entgegengesetzten Richtung. Verhielte sich nun die Flüssigkeit wie ein gewöhnlicher Leiter, so brächte das nichts neues, es wäre ein gewöhnlicher Leitungsstrom. Aber wenn die Elektronen der Flüssigkeiten sich nur zugleich mit ihren Atomen bewegen und die Molekeln aus Ionen bestehen, trifft die Wanderung nicht sowohl die Elektronen der Flüssigkeit als vielmehr deren Ionen. Ein Ion geht von der Anode zur Kathode, ein anderes von der Kathode zur Anode. Jedes dieser Ionen trägt Elektronen einer Art mit sich, und sobald die Ionen an die Leiterenden gelangt sind, nehmen diese die Elektronen auf und die Ionen bleiben von ihren Elektronen frei, ungeladen an den Elektroden liegen. Die aufgenommenen Elektronen durchziehen den Leiter nach entgegengesetzten Richtungen und gelangen wieder in die Flüssigkeit. So setzt sich das Spiel fort, solange die Flüssigkeit noch in Ionen zerlegbare Molekeln besitzt; sind diese verschwunden, so hört es auf; der Strom ist unterbrochen. Man sieht, welche Ähnlichkeit diese Art der Stromleitung, die elektrolytische Stromleitung, mit der früher behandelten hat, nur dafs die Elektronen sozusagen buckepack von einem zum anderen Ende getragen werden. Die Geschwindigkeit dieser Beförderung der Elektronen, die Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen, steht in einem schreienden Gegensatz zu der vorhin geschilderten Geschwindigkeit, mit der die Elektronen selbst sich zu bewegen vermögen; sie entspricht kaum dem Kriechen einer Schnecke. In einfachen Experimenten, wenn

das Spannungsgefälle der Elektrizität für ein Centimeter Weglänge ein Volt beträgt, ist sie durchschnittlich nur wenige Tausendteile des Millimeters auf die Sekunde. Sie kann aufserdem für das eine Ion einen anderen Wert haben wie für das zweite. So beträgt sie in einer Kochsalzlösung für das eine Ion des Kochsalzes, nämlich das Natrium, etwa 3 Tausendteile, für das andere Ion, nämlich das Chlor, gegen 5 Tausendteile Millimeter. Der Vorgang selbst ist dabei so zu denken, dafs nicht etwa ein Ion die ganze Flüssigkeit durchwandert, sondern dafs es sich nur bis zur nächsten Molekel bewegt, dort das ihm gleiche Ion vertreibt und sich an dessen Stelle setzt. Daher bleibt die Flüssigkeit in ihrer Masse an sich unzersetzt, nur dafs sie immer mehr zersetzbare Molekel verliert. Die zersetzten Teile, die freien Ionen, finden sich erst an den Enden, den Elektroden des Leiters, und können — wie es auch geschieht — dort gewonnen werden. Es wird den Leser noch interessieren, zu erfahren, dafs die Ionen ganz ungeheure Mengen Elektrizität mit sich führen, z. B. ein Gramm eines Natriumion soviel, dafs man damit einen Strom von 1 Ampère Stärke, was schon ein ganz achtbarer Strom ist, fast anderthalb Stunden erhalten könnte. Die Kraft, welche zur Bewegung dieses Gramms Natriumion erforderlich ist, läfst sich vergleichen mit dem Druck, den etwa 5000 Kilogramm auf ein Quadratcentimeter aufgetürmt, auf dieses Flächenstück ausüben würden. Die Kölner Domtürme drücken auf ihr Fundament sicher noch nicht mit dem hundertsten Teil dieser Kraft. Es enthalten also die Körper ganz unglaubliche Energieen in sich aufgespeichert. Nur schade, dafs wir ihrer nicht ohne weiteres habhaft werden können.

Wir kehren jetzt zu dem Fall einer durch einen Nichtleiter unterbrochenen Strombahn zurück. Wir sahen schon, dafs unter Umständen von der Unterbrechungsstelle ein Strom Elektronen ausgeht, der die Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen usw. bildet, jedoch nur unter Umständen, und diese Umstände werden dem Leser jetzt bekannt sein. Geschieht aber sonst in der Umgebung des Leiters nichts? Lange hat man das angenommen, bis die Untersuchungen von Faraday und Maxwell, welche in den Entdeckungen von Heinrich Hertz gipfelten, die Wissenschaft eines anderen belehrten und so eine völlige Umwandlung nicht blofs der Lehre der Elektrizität, sondern auch des Lichtes herbeiführten. Denken wir uns eine ungeladene Metallkugel und verbinden sie durch einen Draht mit einer Elektrisiermaschine oder einer anderen Elektrizitätsquelle. Es strömt Elektrizität dann durch den Draht in die Kugel. Was das bedeutet und wie lange das dauert, wissen wir

schon. Was geht aber in der Umgebung der Kugel, in der Luft und in dem alles füllenden Äther während des Einströmens der Elektrizität in die Kugel vor sich? Die Antwort ist: es tritt dort ebenfalls eine Bewegung von Elektrizität ein, welche mit dem Strom in der Kugel Schritt hält, sich weiter und weiter bis in die Unendlichkeit ausdehnt und ihrerseits, wie die Elektrizität die Kugel, so auch den unendlichen Raum in einen besonderen Zustand versetzt. Nennen wir den Zustand der Kugel den der *Elektrisierung*, so hat man den Zustand der Umgebung als den der *Polarisierung* bezeichnet. Und heifst der Strom, der die Kugel ladet, Leitungsstrom oder *Elektrisierungsstrom*, so soll der Strom in der Umgebung als *Polarisierungsstrom* (nicht zu verwechseln mit dem bekannten Polarisationsstrom) von ihm unterschieden werden. Das ist also die zweite Stromart, mit der wir es zu tun haben, die auch *Verschiebungsstrom* und auch *Induzierungsstrom* (wohl zu unterscheiden vom bekannten Induktionsstrom) genannt wird. Nach der Elektronentheorie besteht ein Leitungsstrom wesentlich in einem Strom von negativen Elektronen, so in Metallen; oder in zwei einander entgegen gerichteten Strömen von Elektronen, einem Strom negativer, einem anderen positiver Elektronen, so namentlich in Elektrolyten; die Elektronen dabei frei oder an ihre Träger, die Atome, gebunden gedacht. Hauptsache ist, dafs dabei ein Transport der Elektronen von einem Ort nach einem anderen stattfindet, wenn auch für jedes Elektron nur durch eine kurze Strecke, und dafs die Bewegungen der beiden Elektronenarten, wenn sich beide Arten bewegen, durcheinandergehen. Die Bahnen können verschieden sein und die Geschwindigkeiten voneinander abweichen; die Bewegung der einen Elektronenart kann zugleich gänzlich unabhängig von der der anderen sein.

Nicht also bei dem Polarisierungsstrom! Die Erfahrung hat gelehrt, dafs durch diesen Strom nirgends Elektrizität *frei* wird, wie beim Leitungsstrom. Das führt zu der Annahme, dafs die Elektronen beider Art immer aneinander gebunden bleiben; besteht der Polarisierungsstrom in einer Elektronenbewegung, so kann er nur die Molekel als *Ganzes* oder mindestens Ionen*paare* betreffen, nicht Ionen vereinzelt. Lange, bevor man von Elektronen sprach, hat man sich vom Polarisierungsstrom eine bestimmte Vorstellung gemacht, indem man auf eine andere Erscheinung zurückging, für die man schon eine Vorstellung besafs, nämlich auf den Magnetismus. Ein Körper, der Magnet werden kann, soll aus einer Unzahl bunt durcheinander gewürfelter aufserordentlich kleiner Magnete bestehen, die man

Molekularmagnete nennt, und die nur deshalb sich nach aufsen nicht bemerkbar machen, weil sie eben einen ordnungslosen Haufen bilden, in dem Nordpole und Südpole nach allen Richtungen in durchschnittlich gleicher Menge hinweisen. Die Magnetisierung besteht darin, dafs diese Molekularmagnete, ohne ihre Lage im Körper zu ändern, so gedreht werden, dafs nunmehr ihre Nordpole wesentlich nach einer, ihre Südpole wesentlich nach der entgegengesetzten Richtung hinzeigen. Der Körper wird nach aufsen zum wirklichen Magnet mit zwei Polen, er ist polarisiert, und den Vorgang, durch den er dazu wird, können wir als Polarisierungsvorgang bezeichnen. Was geschieht aber dabei mit Bezug auf die beiden Magnetismen? Wir denken uns innerhalb des Körpers, etwa senkrecht zur magnetisierenden Kraft ein Flächenstück; es wird eine Reihe von Molekularmagneten durchschneiden. Wirkt nun die Kraft, so drehen sich diese Molekularmagnete und ihre Nordpole schieben sich durch die Fläche nach der einen, ihre Südpole nach der anderen Richtung. Das ist so, als wenn sich durch die Fläche Nordmagnetismus nach der einen, Südmagnetismus nach der anderen Richtung bewegt, während gleichwohl die Magnetismen auf ihren Molekularmagneten verbleiben, also nicht frei voneinander werden. So kommen wir zu einem magnetischen Verschiebungsstrom oder Polarisierungsstrom. Setzen wir jetzt an Stelle jedes Molekularmagneten ein unzerlegbares Ionenpaar oder überhaupt ein Gebilde mit zwei entgegengesetzten, untrennbaren elektrischen Ladungen, so haben wir die Vorstellung der elektrischen Polarisierung und des elektrischen Polarisierungs- oder Verschiebungsstromes. Der Polarisierungsstrom bringt die Polarisierung hervor und ändert sie; sein Mafs ist also die Änderung der Polarisierung. Jeder elektrische Zustand in einem Körper ist mit einem Polarisierungszustand in seiner Umgebung verbunden, jeder elektrische Strom mit einem Polarisierungsstrom in dieser Umgebung, der so lange anhält, bis die Polarisierung eine bestimmte Höhe erreicht hat. Ist der Strom konstant geworden, so hört der Polarisierungsstrom auf, da nun kein Anlafs zur Änderung der Polarisierung mehr vorhanden ist. Aber indem die Polarisierung sich durch den ganzen Raum verbreitet, geht der Polarisierungsstrom mehr und mehr ins Weite; er pflanzt sich durch den Raum fort wie das Licht, und in der Tat auch mit der Geschwindigkeit des Lichtes. Er stellt überall die den Umständen angepafste Polarisierung her.

Fassen wir jetzt einen unterbrochenen Leiter ins Auge. Es beginnt an ihm eine elektrische Kraft zu wirken. Wie wir wissen, ent-

steht dann ein Leitungsstromstofs in ihm, der so lange anhält, als die Kraft anwächst, oder überhaupt sich ändert. Zwischen den Enden in der Unterbrechungsstelle geht zugleich die Polarisierung der Umgebung vor sich, also ein Polarisierungsstrom. Daraus folgt, dafs dieser Polarisierungsstrom wie die Fortsetzung des Leitungsstromes anzusehen ist, er *schliefst* den sonst offenen Leitungsstrom. Und so hat *Maxwell* den Satz aufgestellt, dafs offene Ströme überhaupt nicht bestehen, dafs ein jeder Strom geschlossen ist. *Leitungsstrom und Polarisierungsstrom zusammen geben einen ganzen, in sich zurücklaufenden Strom.* Dieser Satz und die Einführung der Polarisierungsströme überhaupt gehört zu den folgenschwersten Errungenschaften der Naturlehre. Aber der Satz selbst ist nur richtig, wenn die Körper, in denen die Ströme, Leitungs- und Polarisierungsströme, sich bewegen, in Ruhe verharren. Sobald diese Körper sich bewegen, treten neue Erscheinungen auf, die gleichfalls als Ströme betrachtet werden können, oder doch wenigstens in gewisser Hinsicht die Rolle von solchen spielen und die nun mit den anderen Strömen den in sich zurücklaufenden geschlossenen Strom bilden; ohne diese neuen Ströme würde im Falle der Bewegung der stromführenden Körper die Bahn der beiden behandelten Ströme offen bleiben können und unter Umständen offen bleiben. Wir wenden uns zu diesen neuen Strömen, zunächst zu dem zuerst erkannten und neuerdings zur höchsten Bedeutung gelangten, dem sogenannten *Konvektionsstrom*. Aber es bedarf noch einer kurzen Vorbereitung.

Wir erkennen jede Erscheinung an ihren Wirkungen. Diese Wirkungen können an der Stelle stattfinden, wo die Erscheinung sich abspielt, oder an Orten aufserhalb dieser Stelle. Ein Leitungsstrom übt nun Wirkungen, sowohl dort, wo er sich befindet, als wo er sich nicht befindet, aus. Zu den Wirkungen erster Art gehört vor allem die Erwärmung seiner Bahn und die Zersetzung der Elektrolyte, falls seine Bahn durch sie führt. Die Wirkungen der zweiten Art bestehen wesentlich in den Anziehungen und Abstofsungen auf andere Ströme und auf Magnete und in der Hervorbringung von Strömen und Magnetismus. Das sind Kraftwirkungen, die man unter dem Namen der *elektromagnetischen Wirkungen* zusammenfafst. Man verlangt nun nicht von dem, was man Strom nennt, dafs er alle nur je beobachteten Wirkungen gleichzeitig aufweist, namentlich sieht man unter Umständen gerade von den Wirkungen der ersten Art, den internen Wirkungen ab. Erwarten mufs man jedoch von jeder Erscheinung, die als Strom angesprochen werden soll, dafs sie die *elektro-*

magnetischen Wirkungen mitführt; und die Erfahrung hat gelehrt, dafs, wenn *eine* dieser Wirkungen vorhanden ist, auch alle anderen bestehen oder wenigstens bestehen können. Also es kann elektrische Ströme geben, die ihre Bahn *nicht* erwärmen und Elektrolyte nicht zersetzen, die also als *Ströme* keine *innere* Energie besitzen, sondern alles nach *aufsen* wenden. Das wird vielfach übersehen, und es entstehen so Mifsverständnisse und Unrichtigkeiten aller Art. Noch bitte ich den Leser beachten zu wollen, dafs auch das Wort „Ströme" unterstrichen ist; ich meine damit, dafs etwas als *Strom* keine innere Energie zu haben braucht, die ihm im *übrigen* wohl zukommen darf und wird. Denn wir wissen, dafs Körper in Bewegung ganz andere Eigenschaften haben können als in Ruhe; und diese neuen Eigenschaften brauchen die anderen nicht im geringsten zu beeinflussen. Es mag Elektrizität als Strom innerlich ganz energielos sein und als Elektrizität eine ungeheure innere Energie besitzen. Das also vorausgeschickt.

Es hat nun schon *Wilhelm Weber* vermutet, dafs Elektrizität elektromagnetische Wirkungen ausübt, wenn sie überhaupt in Bewegung ist, nicht blofs in der von uns als elektrischer Strom bezeichneten Weise, sondern auch wenn sie durch den Raum auf irgend eine Weise geführt wird. Ein mit Elektrizität geladener Körper, dem in der Ruhe gar keine elektromagnetischen Wirkungen zukommen, würde solche Wirkungen äufsern, sobald er in Bewegung ist; er würde beispielsweise eine Magnetnadel in Drehung versetzen, einen Strom anziehen oder abstofsen, in Leitern Ströme induzieren usw. in gleicher Weise und nach den Gesetzen der Leitungsströme. Die Bahn, die ein solcher Körper durcheilt, würde sich wie ein Strom verhalten, und die Wirkung wäre proportional der Ladung des Körpers und der Geschwindigkeit der Bewegung. Das wäre der *Konvektionsstrom*. Man übersieht sofort, dafs ein solcher Strom an jeder Stelle der Bahn nur vorhanden ist in dem Augenblick, in welchem der geladene Körper diese Stelle passiert, sonst aber nicht, also dafs nicht etwa die ganze Bahn elektromagnetische Wirkung ausübt, sondern nur die eben vom Körper eingenommene Stelle. Wir schreiben bekanntlich einem elektrischen Strom magnetische Kraftlinien zu, welche den Strom umkreisen. Ein Leitungsstrom hat an allen Stellen rings um seine Bahn solche Kraftlinien, die fest im Raum bleiben, solange der Strom sich nicht ändert. Bei einem Konvektionsstrom würden sich ebenfalls solche Kraftlinien ausbilden, aber nur um den geladenen Körper, und sie würden von diesem entlang seiner

Bahn mitgeführt. Ist die Geschwindigkeit sehr grofs und die Bahn nicht zu lang, so kann die Erscheinung nach aufsen hin sich so geltend machen, als wenn die ganze Bahn von Kraftlinien umringt ist, wie ja ein rasch bewegter, leuchtender Körper den Eindruck einer leuchtenden Linie macht. Aber gleichwohl bleibt der Unterschied bestehen. Zweitens erwärmt ein solcher Konvektionsstrom seine Bahn nicht in der Weise, wie ein Leitungsstrom es tut; er hat keine innere Energie, denn was er an innerer Energie besitzt, kommt der Ladung als solcher zu, nicht dieser Ladung als bewegten Gegenstand. Von der lebendigen Kraft der Bewegung ist dabei abzusehen, die besitzt jeder bewegte Körper. Trotz der Gleichheit der elektromagnetischen Wirkungen sind also erhebliche Unterschiede zwischen Konvektionsstrom und Leitungsstrom vorhanden.

Wie aber steht es mit jenen Wirkungen? Sie scheinen durch die mannigfachsten Experimente mit ziemlicher Sicherheit nachgewiesen zu sein. Man hat geladene Scheiben um ihre Achse sich drehen lassen und bemerkt, dafs durch die Scheiben Magnetnadeln im erwarteten Sinne bewegt wurden. Man hat während der Drehung die Ladung der Scheiben variieren lassen und festgestellt, dafs dadurch in anderen Leitern Ströme induziert wurden. Die Experimente sind sehr diffizil, aber ihr Ergebnis scheint Zweifeln nicht zu unterliegen, denn sie sind zu zahlreich und nach den verschiedensten Methoden ausgeführt. Wir werden aber bald sehen, dafs gleichwohl sehr erhebliche Zweifel bestehen, die jedoch von der Theorie ausgehen. Für die Elektronentheorie zwar scheint die Annahme der Konvektionsströme sehr günstig. Was von einem geladenen Körper gilt, findet auf beliebig viele solcher Körper Anwendung. Ein Schwarm von Elektronen würde gleichfalls elektromagnetisch wirken, und das ist der Fall z. B. bei den Kathodenstrahlen, die man ja so recht als Elektronenschwärme betrachtet. Besteht ferner ein Leitungsstrom in einem Metall, z. B. in einem Draht, ebenfalls in bewegten Elektronen, so wäre verständlich, warum elektromagnetische Wirkungen vorhanden sind. In den Kathodenstrahlen sind die bewegten Elektrizitätsmengen gering, dafür aber, wie schon bemerkt, die Geschwindigkeiten aufserordentlich grofs; in den metallischen Leitern umgekehrt die Geschwindigkeiten unbedeutend, dafür aber die Elektrizitätsmengen sehr ins Gewicht fallend. Wie ist nun die einem Konvektionsstrom an sich nicht zukommende Erwärmung der Bahn beim Leitungsstrom zu erklären? Lediglich durch den Widerstand, den die Bewegung der Elektronen innerhalb des Leiters findet, und der wie Reibung wirkt.

Es haben einige Forscher auch gemeint, ein eigentlicher Widerstand sei nicht vorhanden, sondern indem ein Elektron sich zwischen anderen Elektronen und zwischen Molekeln und Atomen hindurch bewegt, müssen sich infolge der Einwirkungen auf dasselbe fortwährend seine Kraftlinien ändern, und dieser Vorgang trete nach aufsen als Erwärmung zutage.

Nun ist aber noch eins zu beachten. Zwei Körper von gleicher Bewegung aber entgegengesetzter Ladung wirken wie zwei entgegengerichtete Ströme. In dem Moment, wo sie zugleich dieselbe Stelle der Bahn in gleicher Richtung passieren, müssen an dieser Stelle alle elektromagnetischen Wirkungen verschwinden. Haben jedoch die Körper entgegengesetzte Ladungen und entgegengesetzte Bewegungen, so wirken sie wie gleichgerichtete Ströme; ihre Wirkungen summieren sich. Der Leitungsstrom in Metallen soll in Strömen wesentlich nur einer Art der Elektronen bestehen, der negativen; hier ist die elektromagnetische Wirkung einfach. In Elektrolyten bewegen sich beide Elektronenarten, aber da sie einander entgegen sich durchziehen, wirken sie wie ein Doppelstrom in gleichem Sinne.

Stellen wir uns jetzt vor, dafs zwei entgegengesetzt, sonst gleich stark geladene Körper sich zusammen dicht nebeneinander bewegen, so sollten sie dem obigen zufolge fast gar keine elektromagnetische Wirkung ausüben. Gleichwohl ist eine solche Wirkung, wie Röntgen nachgewiesen hat, vorhanden, und zwar nicht etwa — worauf man zuerst raten würde — blofs eine Differenzwirkung. Das folgende nun kann ich nicht klar machen, ohne ein wenig auf Theorie einzugehen.

Eine Theorie soll alle Verhältnisse der betreffenden Erscheinung in Formeln zusammenfassen. Da wir nun bei der Elektrizität keineswegs mit allen Verhältnissen vertraut oder auch nur bekannt sind, kann eine Theorie für sie einstweilen nur auf Grund vorgefafster Ansichten aufgestellt werden. Die erste Theorie, wesentlich von Wilhelm Weber herrührend, berücksichtigte oder vielmehr kannte nur den Leitungsstrom in Metallen. Erweitert wurde sie durch Clausius auch auf den Leitungsstrom in Elektrolyten und von W. Thomson (jetzt Lord Kelvin) auf den als Thermostrom bezeichneten Leitungsstrom. Maxwell stellte dann eine Theorie auf, welche den Leitungsstrom und den Polarisierungsstrom umfafste und die noch gegenwärtig für ruhende Substanzen als mafsgebend angesehen werden mufs, selbst wenn man von den Anschauungen, die ihr zu Grunde liegen und über die der Verfasser an einer anderen Stelle

dieser Zeitschrift gehandelt hat, zugunsten der jetzt sehr in Mode stehenden Elektronen absehen sollte. Maxwells Theorie ist von Heinrich Hertz für bewegte Substanzen erweitert worden.

Wenn man nun von dieser letzten, allgemeinsten Theorie Gebrauch macht, so zeigt sich, dafs sie den Leitungsstrom, den Polarisierungsstrom und den Konvektionsstrom enthält. Aufserdem aber ist in ihr noch ein Strom angezeigt, und diesen hat man für die oben angeführte Beobachtung von Röntgen verantwortlich gemacht und ihn deshalb als Röntgenstrom bezeichnet. Das wäre also der vierte Strom. Wie ist aber dieser Strom vorzustellen? Hier mufs nun der Verfasser eine wunderliche, ihn selbst, als er sie fand, überraschende Bemerkung machen. Der Röntgenstrom steckt, wie gesagt, mit den drei anderen Strömen in der Hertzschen Theorie, das heifst in den von Hertz aufgestellten Gleichungen. Wenn man aber die für ihn geltenden Ausdrücke entwickelt, so findet man, dafs er seinerseits kein einfacher Strom ist, wie etwa der Konvektionsstrom oder der Polarisierungsstrom, sondern sich aus drei Strömen zusammensetzt. Einer hängt ab von den relativen Bewegungen der Substanzen zueinander und von dem absoluten Polarisierungszustand. Der zweite ist bestimmt durch die relative Polarisierung der Substanzteile zueinander und durch die absolute Geschwindigkeit. Man sieht, wie sich diese beiden Ströme zu einem Pendant ergänzen: relative Bewegung, absoluter Polarisierungszustand; absolute Bewegung, relativer Polarisierungszustand. In beiden Strömen kommt das Verhalten der Substanzen gegeneinander in Frage, im ersten Strom mit Bezug auf die Bewegung, im zweiten mit Bezug auf die Polarisierung. Ich möchte diese Ströme als ersten und zweiten Röntgenstrom bezeichnen.

Nun aber der dritte Strom. Mit ihm habe ich gezögert, weil er ein böser Bruder für die wundervolle Hertzsche Theorie ist; er droht sie ganz wegzuschwemmen. Nämlich dieser dritte Röntgenstrom ist der Konvektionsstrom in zweiter Auflage. Das ist an sich nicht schlimm, wenn der Strom nur nicht fatalerweise dem Konvektionsstrom erster Auflage schnurstracks entgegenliefe. So aber hebt er diesen spurlos auf, und das besagt: Nach der Hertzschen Theorie gibt es gar keinen Konvektionsstrom. Also mufs eines fallen, der Konvektionsstrom oder die Hertzsche Theorie. Wie kann man da noch zweifelhaft sein? Natürlich die Theorie! Der Konvektionsstrom ist eine zu schöne Erfindung, gegenwärtig ja der Strom par excellence; wer wird ihn missen wollen? Und die Hertzsche Theorie, hat sie

nicht auch aus anderem Grunde schon Anzweifelung erfahren müssen? Damit verhält es sich so.

Alle Erscheinungen kommen uns an Körpern zur Wahrnehmung, verbreitet aber werden sie einer grofsen Zahl nach durch den sogenannten Äther, der den Raum erfüllen und alle Körper durchdringen soll. Gewisse Erscheinungen, die man beim Licht beobachtet hat, sollen nun die Annahme notwendig gemacht haben, dafs, wenn Substanzen sich bewegen, der in ihnen enthaltene Äther sich ebenfalls bewegt, aber mit anderer Geschwindigkeit als die Substanzen. Nun betrachtet die gegenwärtige Wissenschaft die Lichterscheinungen als dem Gebiete der elektromagnetischen Vorgänge angehörend. Die Hertzsche Theorie sollte also jene hervorgehobene, besondere Lichterscheinung ebenfalls enthalten. Das tut sie aber nicht, weil, wie man sagt, in ihr der Äther als absolut ruhend angenommen ist. Also kann diese Theorie schon aus diesem Grunde nicht richtig sein. Aber der Verfasser dieses Aufsatzes hat bemerkt, dafs eine geringfügige Änderung in dieser Theorie, nicht der Theorie selbst, schon ausreicht, jenen Einwand niederzuschlagen. Ein solcher kann also nicht geltend gemacht werden. Und wo nehmen wir eine bessere Theorie her als die Hertzsche? Es sind eine Menge Versuche gemacht worden, um bessere Theorien aufzustellen. Von allen mit Recht den meisten Beifall gefunden hat die von Lorentz aufgestellte, welche eine Art Elektronentheorie ist. All diese Theorien sind aber entsetzlich kompliziert und undurchsichtig und, was die Hauptsache ist: von jener Schwierigkeit hinsichtlich des Konvektionsstromes, auf die man aber früher nicht geachtet hat, sind sie doch nicht ganz frei. Wie steht es aber nun mit dem Konvektionsstrom? Ist er denn wirklich absolut sicher nachgewiesen? Die Wahrheit gestanden, ich weifs es nicht. Es konkurrieren mit ihm die Röntgenströme, und namentlich tritt mit ihm in Wettbewerb der zweite Röntgenstrom, der ja auch von den absoluten Geschwindigkeiten abhängt, wenn auch nicht in allen Fällen von der absoluten Ladung. Es ist sehr wohl möglich, dafs bei den bisher gewählten Versuchsanordnungen gerade dieser zweite Röntgenstrom die Hauptrolle gespielt hat. Ich kann mich auf weitläufigere Erörterungen an dieser Stelle nicht einlassen. Die Sache selbst ist aber so wichtig, namentlich für die Elektronentheorie, dafs neue Versuche unter genauester Berücksichtigung der Hertzschen, gegebenenfalls in dem oben bezeichneten Sinne einer etwas verbesserten Theorie am Platze wären. Ich möchte an dieser Stelle auf eins nur aufmerksam machen.

Ein elektrisch geladener Körper soll in Bewegung um sich ein

Kraftfeld entwickeln, das ihm in der Ruhe nicht zukommt. Das ist ganz unmöglich ohne Verbrauch von Arbeit, Energie. Also folgt, dafs zur Bewegung eines geladenen Körpers eine gröfsere Energie gehört als zu der eines gleichen nicht geladenen. Ein geladener Körper mufs sich einem nichtgeladenen gegenüber in der Bewegung wie ein massigerer verhalten; denn indem er das neue Kraftfeld schafft, verbraucht er eben, wie gesagt, von der Bewegungsenergie einen Teil hierfür. Bewegte geladene Körper sollten sich so verhalten, wie wenn sie durch die Ladung an Masse zugenommen hätten, und da bei der Schaffung des Kraftfeldes auch die Geschwindigkeit konkurriert, sollte diese scheinbare Massenzunahme mit der Ladung und der Geschwindigkeit wachsen. Ob diese so wichtige Schlufsfolgerung je durch Versuche hinreichend geprüft ist, weifs ich nicht; sie wäre eine Art experimentum crucis. Es fehlt gar viel, dafs wir selbst in diese so wichtigen Verhältnisse hinreichende Einsicht hätten. Aber zu solchen Untersuchungen gehört Geld und wieder Geld, Zeit und wieder Zeit, und beides pflegt insbesondere Leuten, welche Aufsätze schreiben, zu fehlen. Ich möchte mich aber gegen den Verdacht verwahren, als ob ich gegen den Konvektionsstrom voreingenommen wäre. Es bietet mir freilich viele Schwierigkeit, mir vorzustellen, dafs ein Körper, *ohne* mit seiner Umgebung in Konkurrenz zu treten, allein dadurch ganz neue Wirkungen hervorbringen soll, dafs er sich auf den Weg macht. Man halte nicht die lebendige Kraft der Bewegung als Beispiel vor, denn diese ist nach *aufsen* garnicht vorhanden, solange der Körper sich ungestört bewegt. Erst wenn die Bewegung aufgehalten wird, also wenn der Bewegungszustand geändert oder gar aufgehoben wird, kommt sie zur Erscheinung. Dagegen soll für einen in Bewegung begriffenen elektrischen Körper das elektromagnetische Kraftfeld nach *aufsen* vorhanden sein; die Magnetnadel soll immer beeinflufst sein, solange der Körper sich bewegt. Das ist doch etwas anderes, und man fragt sich, wie das ermöglicht sein soll. Da kommt man ganz von selbst zu der Ansicht, dafs eine Tugend, die in einem Gegenstande niemals vorhanden gewesen ist, solange er ruhte, die ihm in keiner Weise innegewohnt hat, nur dadurch infolge der Bewegung hervorgerufen werden könnte, dafs der Körper nunmehr in einem *anderen Verhältnis* zu seiner Umgebung steht. Und das führt geradeswegs in das Bett der beiden *Röntgenströme*. Ich treibe hier keine *Hegelsche* Philosophie und will nicht aus Gedankenschlüssen allein zu einem Schlufs auf das Wesen einer Erscheinung kommen, aber beachtenswert scheint mir die Überlegung gleichwohl zu sein.

Zuletzt noch ein Wort zur Beruhigung des Elektronenliebhabers. Wenn der Konvektionsstrom versiegt, fällt dann auch die Elektronenlehre? Bewahre! Sie kann ruhig bleiben. Wir haben ja noch den zweiten Röntgenstrom, der sich wundervoll auf sie anwenden läfst. Den Schaden hat nur der Mathematiker, der sich dann mit etwas komplizierten Formeln plagen mufs. Aber der weifs sich in Geduld zu fassen und nimmt höchstens einen gröfseren Bogen. Ich werde dem Leser hierüber in einem nächsten Aufsatz etwas sagen, ebenso über die Anwendung der Elektronentheorie auf manche Fragen der Himmelsmechanik.





Nutzbarmachung des Luftstickstoffes für die Landwirtschaft.

Von Dr. K. Müller in Potsdam.

Wie durch sorgfältige Kulturversuche erwiesen ist, sind für den Lebensunterbalt der Pflanzen bestimmte Nährstoffe unumgänglich notwendig, ist für den Aufbau derselben eine Reihe von Elementen — Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, Kalium, Calcium, Magnesium und Eisen — so unentbehrlich, dafs keine normale Entwickelung möglich ist, wenn auch nur eines dieser Elemente fehlt. Natürlich werden nicht alle diese Stoffe als Elemente, sondern gröfstenteils in chemischen Bindungen von den Pflanzen aufgenommen. So entstammt der Kohlenstoff, der die Grundlage jeder organischen Substanz bildet, bei grünen Pflanzen dem Kohlendioxyd der Luft. Durch Vermittelung der Spaltöffnungen mit dieser aufgenommen, wird dasselbe unter Mitwirkung des Lichtes durch das Chlorophyll oder Blattgrün allmählich abgebaut und in alle die Kohlenstoffverbindungen, welche näcbst dem Wasser die Hauptmenge des Pflanzenleibes bilden, in Stärke, Zucker und Zollulose übergeführt. Alle anderen Stoffe entnimmt die Pflanze fast sämtlich dem Erdboden, so in erster Linie das Wasser, mit dem gleichzeitig auch Stickstoff, Schwefel, Phosphor u. s. w. in Form von Salzen in die Pflanze Eingang finden. Kohlendioxyd und im wesentlichen auch Wasser stehen ja in der Atmospbäre immer zur Verfügung; anders dagegen ist es mit dem Stickstoff und den übrigen Nährstoffen, die dem Erdboden entnommen werden müssen, bestellt. Wohl vermögen manche Pflanzen, wie die Leguminosen, den Stickstoff der Luft durch Vermittelung der Wurzelbakterien direkt aufzunehmen, gewöhnlich aber mufs derselbe in Form von salpetersauren Salzen oder Ammoniak vorliegen, Verbindungen, die wie die sonstigen dem Erdboden entlehnten Nährstoffe zwar immer von neuem wieder in diesem entstehen, dem Boden aber da, wo er mit Kulturpflanzen bestellt ist, schneller entzogen werden,

ale dafür auf natürliohem Wege Ersatz gesohaffen wird. Dessen ist sioh die Landwirtsohaft auoh sohon frühzeitig bewufst geworden. Seit Jahrhunderten kennt eie die Bedeutung des Stalldüngers, und von jeher hat sie den Gehalt der Aokererde an eolchen Nährstoffen duroh Düngung oder Braohlegung zu erhöhen gesuoht.

Aher solohe Behelfe, so schreiht Witt, welohe einer intuitiven Erkenntnis entsprangen, konnten auf die Dauer nicht genügen, und vor allem hatte man mit ihnen nie zu einer intensiven Bodenhewirtschaftung kommen können. Eine solche wurde erst möglich duroh die une von Liehig ersohloesene Erkenntnis von der Ernährung der Pflanze. Duroh diese wissensohaftliche Grofstat sind wir in den Stand gesetzt worden, den Boden zum blofsen Träger des Pflanzenlebens zu machen, für den Unterhalt desselben aher ebenso willkürlioh zu eorgen, wie wir mit dem Erträgnis verfahren. Wir eind heute in der Lage, dem Ackerboden durch künetliohe Mittel, die man unter dem Namen Kunstdünger zusammenfafet, jederzeit wieder zuzuführen, was ihm an Nährstoffen entzogen ist, somit durch saohgemäfse Anwendung künstlioher Düngemittel eine ausgedehntere und zugleioh intensivere Kultur des Bodene, ein erhöhteres Ernteergehnie zu erzielen.

Namentlich drei Suhstanzen sind es nun, für deren Bedarf die der Landwirtsohaft direkt und in näoheter Nähe zugänglichen Quellen nioht ausreichen, nämlioh Phosphor, Kali und Stiokstoff, für deren Besohaffung in geeignet konzentrierter und leicht assimilierharer Form sie deshalb den Handel und die Technik in Anspruch nehmen mufs.

Genügte solohen Anforderungen bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts die Zufuhr von Knoohenmehl und Peruguano, eo trat bei letzterem infolge rasch gesteigerten Bedarfes eine schnelle Erschöpfung der immerhin nur begrenzten Vorräte ein. Ehenso war die Zufuhr von Knoohenmehl und anderen animalisohen Düngestoffen, wie Horn-, Blut- und Fleisohmehl, welche ja nur der landwirtsohaftliohen Produktion anderer Länder entnommen werden konnten, eine heschränkte; sie verminderte eioh eogar stetig, nachdem die hetreffenden Produktioneländer den Wert dieser Stoffe für ihren eigenen Ackerhau selhst erkannten und auenutzten.

Infolge der so erwaohsenen Notlage ging man daran, dem Mineralreich zu entnehmen, was für die Landwirtsohaft verwerthar gemacht werden konnte. Phosphat- und Kalisalzlager wurden ersohlossen, erstere an den versohiedensten Orten, z. B. in Florida, Karolina und Algier in so gewaltiger Ausdehnung, dafs noch für Generationen daran kein Mangel sein dürfte, umsomehr, als daneben nooh

eine weitere schier unerschöpfliche Quelle von Phosphorsäure entdeckt ist, die Thomasschlacke nämlich. Kalisalze bietet in ungeheurer Menge die norddeutsche Tiefebene dar, und an Stelle des Peruguanos verwendet man in erster Linie den Chili- oder Natronsalpeter, der in mächtigen Lagern an der Westküste Südamerikas entdeckt wurde, des weiteren aber auch die Ammoniaksalze, welche als Nebenprodukt der trockenen Destillation der Steinkohle zuerst in den Gasanstalten und später auch in den Kokereien in Form von schwefelsaurem Ammoniak erhalten wurden. Zwar ist die Form, in welcher die Pflanze den Stickstoff am willigsten aufnimmt, die der salpetersauren Salze, da aber die in keinem Boden fehlenden sogenannten nitrifizierenden Bodenbakterien befähigt sind, Ammoniaksalze mit grofser Schnelligkeit in salpetersaure Salze umzuwandeln, so können auch diese als Stickstoffdünger verwendet werden.

Die Verwendung des Chilisalpeters, die anfangs nur zu technischen Zwecken erfolgte, datiert für die Landwirtschaft etwa aus dem Jahre 1860. Damals betrug nach Frank der Gesamtexport dieses Salzes von der Westküste Amerikas 68 500 Tonnen, 1900 dagegen 1 453 000 Tonnen. Davon verbraucht die deutsche Landwirtschaft rund 500 000 Tonnen im ungefähren Werte von 90 Mill. Mark, eine Menge, die aber durchaus noch steigerungsfähig ist, sogar bis auf das Doppelte erhöht werden könnte. Wie nun auf Grund neuerer Untersuchungen angenommen werden darf, sind die Salpeterlager in Chile in etwa 30, spätestens aber in 40 Jahren erschöpft. Ob innerhalb dieser Zeit neue, ebenso leicht abzubauende Salpeterlager entdeckt werden, ist zum mindesten zweifelhaft; dabei ist es sicher, dafs für den dann fehlenden Salpeter durch schwefelsaures Ammoniak kein ausreichender Ersatz geschaffen werden kann. Denn wenn die Produktion desselben auch noch erhöht werden kann — sie betrug 1900 fast 500 000 Tonnen, von denen Deutschland 150 000 Tonnen im Werte von 30 Mill. verbrauchte —, so sind ihr doch Grenzen gesetzt dadurch, dafs sie als Nebenprodukt anderer Industrien von deren Entwickelung abhängig ist. Ersatz mufs aber geschaffen werden, denn sonst wird es, wie Gerlach und Wagner schreiben, der Landwirtschaft in den gemäfsigten Zonen nicht mehr möglich sein, der Konkurrenz der tropischen und subtropischen Länder entgegenzutreten. In diesen Gebieten liefert die Natur den Pflanzen weit gröfsere Mengen wirksamer Stickstoffverbindungen infolge starker elektrischer Entladungen in der Atmosphäre, reichlicher Niederschläge und einer immerwährenden, nicht durch eine Kälteperiode unterbrochenen Tätigkeit der stickstoff-

sammelnden Bodenbakterien. Die Stickstoffdüngung hat für die tropischen und subtropischen Gebiete nicht jene Bedeutung, welche sie für Deutschland und die übrigen, in der gemäfsigten Zone liegenden Länder besitzt. Es ist daher sehr wohl erklärlich, dafs diese Angelegenheit die landwirtschaftlichen Kreise zur Zeit im ausgedehnten Mafse beschäftigt.

Bedenkt man nun, dafs vier Fünftel unserer Atmosphäre aus Stickstoff bestehen, dafs die über einem Hektar Erdoberfläche ruhende Luftsäule zirka 80 000 Tonnen Stickstoff enthält, also ebensoviel wie die jährlich nach Deutschland importierte Menge von 500 000 Tonnen Chilisalpeter, so wird es erklärlich erscheinen, dafs die Chemiker aller Länder seit langem bemüht sind, diesen Stickstoff zur Herstellung von Stickstoffverbindungen, die für die Industrie wie die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden können, zu verwerten. Nach mancherlei Mifserfolgen scheint dieses Problem nun endlich gelöst zu sein. Es hat sich in Berlin in Verbindung mit der Firma Siemens und Halske bereits eine Gesellschaft (Deutsche Cyanidgesellschaft) gebildet, deren wesentliche Aufgabe es ist, unter Heranziehung des atmosphärischen Stickstoffs Cyanverbindungen und ähnliche zu gewinnen.

Als Grundlage aller diesbezüglichen Versuche diente die vor mehreren Jahren von Frank und Caro gemachte Beobachtung, dafs beim Überleiten von reinem Stickstoff über glühendes Baryumkarbid beide Stoffe eine Verbindung eingehen. Den Bemühungen Pflegers gelang es dann, das Baryumkarbid durch das billigere Calciumkarbid zu ersetzen, durch jene Verbindung, die aus gebranntem Kalk und Kohle im elektrischen Ofen gewonnen wird, und die bekanntlich zur Erzeugung des Azetylengases dient. Prefst man atmosphärische Luft, die man durch Überleiten über glühendes Kupfer von Sauerstoff befreit hat, in geschmolzenes Kalziumkarbid, so entsteht eine Verbindung, die der Chemiker Cyanamid nennt. Die dabei vor sich gehende Reaktion läfst sich durch nachfolgende Formelgleichung ausdrücken:

$$Ca\,C_2 + N_2 = Ca\,CN_2 + C$$

Kalziumkarbid + Stickstoff = Kalziumcyanamid + Kohlenstoff.

Das Kalziumkarbid, das als 75 bis 80 proz. Produkt in den Betrieb geht, nimmt bei richtiger Leitung des Prozesses, der im Muffelbetrieb mit freiem Feuer ebensogut wie im elektrischen Wärmestrahlungsofen vor sich geht, zwischen 85 und 95 Prozent der theoretischen Stickstoffmenge auf und bildet nach Erlwein eine mit Kalk und Kohle verunreinigte, schwarz gefärbte Kalziumcyanamidmasse mit 20—23,5 Prozent fixierten Stickstoffs.

Weitere Versuche **Erlweins** haben gezeigt, dafs es gar nicht einmal nötig ist, fertig gebildetes Kalziumkarbid zu benutzen, dafs vielmehr ein Gemisch von Kalk und Kohle im elektrischen Ofen den Stickstoff ebenfalls leicht absorbiert.

$$CaO + 2\,C + 2\,N = CaCN_2 + CO$$

Kalk + Kohle + Stickstoff = Kalziumcyanamid + Kohlenoxyd.

Damit war nun ein so billiges Arbeiten gesichert, dafs bei den auch im grofsen sehr günstigen Ausbeuten der Wettbewerb mit den natürlichen Stickstoffquellen gesichert war, vorausgesetzt natürlich, dafs sich der Düngewert des Kalziumcyanamids dem des Chilisalpeters und des schwefelsauren Ammoniaks als nicht allzu unterlegen erwies. Die Tatsache, dafs sich der gesamte Stickstoff des Calciumcyanamids durch Erhitzen mit Wasser unter hohem Druck glatt in Ammoniak umsetzen liefs ($CaCN_2 + 3H_2O = CaCO_3 + 2\,NH_3$), führte vor allem zu der Schlufsfolgerung, dafs auch das nach den obengenannten Methoden dargestellte rohe Kalziumcyanamid als ein für die Pflanzenernährung direkt brauchbares Stickstoffdüngemittel verwendbar sein könne. Da es aber ein in der agrikultur-chemischen Forschung bisher noch nirgends erprobtes Material war, so konnte für die Ermittelung seines Verhaltens nur der direkte Vegetationsversuch Aufschlufs geben.

Solche Versuche sind nun von Prof. **Wagner** in Darmstadt und Dr. **Gerlach** in Posen seit dem Frühjahr 1901 in grofser Zahl und unter mannigfachen Variationen, sowohl in Vegetationsgefäfsen als auf freiem Lande angestellt worden. Nach dem bis jetzt über diese Versuche vorliegenden Bericht, der in der landwirtschaftlichen Presse veröffentlicht ist, trat der Stickstoff des rohen Kalziumcyanamids, dem man den Namen „Kalkstickstoff“ gegeben hat, schnell in Wirkung und übte bei den Versuchen in Vegetationsgefäfsen fast die gleiche Wirkung aus wie der Salpeterstickstoff. Wurde der Kalkstickstoff in Mengen angewandt, wie dies beim Salpeterstickstoff gebräuchlich ist, so zeigte er keine schädlichen Wirkungen. 1 gr Stickstoff, in Form von Kalkstickstoff, konnte pro Gefäfs (5—10 kg Erde) zu Hafer, Gerste Senf und Möhren ohne Nachteil gegeben werden. Es ist dies eine Menge, welche in der Praxis niemals ausgestreut wird. Bei den Feldversuchen wurden bisher 90 kg Stickstoff pro Hektar in Form jenes Düngemittels gegeben. Auch hier trat keine Schädigung der Pflanzen ein. Dagegen blieb die Wirkung des Kalkstickstoffes bei allen Feldversuchen hinter derjenigen des Salpeterstickstoffs zurück. Die höchste Ausnutzung, welche im Vergleich zum Salpeterstickstoff beobachtet

worden ist, betrug 96 Prozent, in den meisten Fällen aber stellte sie sich bedeutend niedriger. Es kann dies aber wohl kaum befremden, wenn man bedenkt, dafs die Erfahrungen über die zweckmäfsigste Art und Zeit der Anwendung noch recht geringe sind; hat es doch bei so einfachen Düngestoffen, wie schwefelsaures Ammoniak und Chilisalpeter, Jahrzehnte erfordert, bis in dieser Beziehung feste Erfahrungesätze geschaffen waren. Immerhin hat man es, und dies zeigen besonders die ausgeführten Vegetationsversuche, mit einem recht beachtenswerten stickstoffhaltigen Düngemittel zu tun, welches die Agrikulturchemiker und Landwirte in den nächsten Jahren reichlich beschäftigen wird.

Ein anderer Weg, den freien Stickstoff der Luft für die Landwirtschaft nutzbar zu machen, ist auf der längst bekannten Beobachtung gegründet, dafs beim Durchschlagen elektrischer Funken durch die feuchte Atmosphäre geringe Mengen von Salpetersäure resp. salpetersaurer Salze entstehen. Unter der Einwirkung des Blitzes verbinden sich nämlich Stickstoff und Sauerstoff der Luft zu sogenanntem Stickstoffoxyd, aus dem dann unter weiterer Sauerstoffaufnahme das Stickstoffdioxyd entsteht. Dieses setzt sich aber mit Wasser in Salpetersäure und Stickstoffoxyd um, und da letzteres mit Sauerstoff wieder Stickstoffdioxyd bildet, so kann schliefslich sämtlicher Stickstoff in Salpetersäure übergeführt werden.

$$N + O = NO$$

Stickstoff + Sauerstoff = Stickstoffoxyd

$$2\ NO + O_2 = 2\ NO_2 \text{ (Stickstoffdioxyd)}$$

$$3\ NO_2 + H_2O = 2\ HNO_3 + NO.$$

(Salpetersäure)

Diese Prozesse auch im Laboratorium auszuführen und so weit auszubilden, dafs gröfsere Mengen Salpetersäure resp. salpetersaurer Salze aus der atmosphärischen Luft gewonnen werden können, ist nun den fortgesetzten Bemühungen der Technik neuerdings gelungen. Zu diesem Zwecke wird eine grofse drehbare Trommel, deren Innenwand mit zahllosen feinen Metallstiften bedeckt ist, in rasche Umdrehung versetzt. Die Achse dieser Trommel besteht aus einer Walze, die mit ebensolchen Metallstiften versehen ist. Diese Stifte einerseits sowie diejenigen der Innenwand anderseits stehen mit je einem Pole einer Batterie in Verbindung. Versetzt man nun die Trommel in rasche Umdrehung, während gleichzeitig die Walze ebenso rasch in entgegengesetzter Richtung gedreht wird, so springen zwischen den Metall-

epitzen, die hierbei rasch aneinander vorbeigleiten, unzählige elektrieche Funken über, eo dafe gewieeermafeen im Innern der Trommel ein Gewitter im kleinen enteteht. Leitet man während dieees Gewitters Luft durch die Trommel, so gehen die oben aufgeführten Prozesse vor sich. Unter Zugrundelegung dieser Versucheanordnung hat sich am Niagarafall bereits ein Unternehmen gebildet, welchee Gleichetröme von 10 000 Volt erzeugt und mit Hilfe derselben den Sauerstoff und Stickstoff der Luft vereinigt. Ähnliche Versuche eind von Muthmann und Hofer auegeführt worden, die Wechselströme von 2000 bis 4000 Volt auf die atmoephärische Luft einwirken laseen, und dee weiteren durch die Firma Siemens und Halske unter Leitung Dr. Erlweine in Angriff genommen. So darf denn wohl mit Sicherheit angenommen werden, dafe die Frage der Salpetersäuregewinnung aus der atmoephärischen Luft in Kürze eo gelöet eein wird, dafe auch auf dieeem Wege der Landwirtschaft ein Ersatz für den Chilisalpeter geboten werden kann. So berechnet von Lepel, dafe, wenn die Pferdekraftetunde 2 Pfg. koetet, eich auf dieee Weiee das Kilo Salpeteretickstoff für 1,00 bis 1,10 M. gewinnen läfet, eine Rechnung, deren Richtigkeit die Zukunft allerdings eret lehren mufe.

Der Volletändigkeit halber eei noch erwähnt, dafe sich vielleicht noch auf einem dritten Wege der Luftstickstoff für die Landwirtschaft nutzbar machen läfet. Gewiese Metalle, z. B. Magnesium, Blei, Kalzium haben nämlich die Eigenechaft, im geechmolzenen Zuetande den freien Sticketoff zu absorbieren, wobei z. B. aus 3 Atomen Magneeium und 2 Atomen Sticketoff Magneeiumeticketoff entsteht, der eich bei der Einwirkung von Waeeer in Magneeiumoxyd und Ammoniak umeetzt.

$$3\ Mg + 2\ N = Mg_3\ N_2$$
$$Mg_3\ N_2 + 3\ H_2O = 3\ MgO + 2\ NH_3.$$

Damit wäre aleo die Möglichkeit gegeben, Ammoniakealze zu gewinnen. Doch läfst ee eich, eo echreibt Prof. Gerlach, zur Zeit noch gar nicht übersehen, ob die vorgenannten Prozeese eo verlaufen, dafe die Gewinnung dee Luftsticketoffs im grofeen erreicht werden kann.

Nach alledem darf wohl behauptet werden, dafe die Landwirtechaft der Erschöpfung der Salpeterlager in Chile ohne jede Besorgnie entgegeneehen kann, dafe ee in kürzester Zeit möglich eein wird, ihr mit Hilfe der Chemie und Elektrizität die nötigen Mengen Kalkstickstoff und echwefelsauren Ammoniake reep. ealpetersaurer Salze zu liefern. Gewife werden die besprochenen Verfahren für die Gewinnung

des Luftstickstoffs noch hier und da der Verbesserung und Ausgestaltung bedürfen. So viel aber ist auch heute schon sicher, dafs es dem ausdauernden Streben in erster Linie deutscher Gelehrten endgültig gelungen ist, ein Problem zu lösen, das die wissenschaftliche Welt ein volles Jahrhundert hindurch beschäftigt hat, nämlich den Stickstoff der Atmosphäre zu binden, ihn in unsere Dienste zu zwingen und der Technik wie der Landwirtschaft nutzbar zu machen.





Strahlenbrechung im interplanetaren Raume.

Prof. Schaeberle, Direktor der Sternwarte in Ann Arbor, erörtert die Frage, ob die Lichtstrahlen der Sterne gradlinig zu uns gelangen, ehe sie in die Erdatmosphäre eintreten. Ebenso wie infolge der Erdanziehung die Dichte der Luftschichten nach unten zunimmt, so könnte auch der Weltäther sich um ein so überwiegendes Massenzentrum, wie die Sonne es ist, verdichten und die Sonnenkugel mit konzentrischen Schichten nach der Mitte zu immer dichteren Weltäthers umgeben. Das wäre eine sehr grofse Sonnenatmosphäre, die vielleicht schon jenseits der Neptunsbahn ohne scharfe Grenze nach aufsen beginnt und nach innen ebenfalls ohne scharfe Grenze in die eigentliche Sonnenkorona übergeht. In dieser Sonnenatmosphäre würden die Lichtstrahlen der Sterne eine Brechung beim Durchdringen bis zur Erde erleiden, eine Refraktion, die in jährlicher Periode veränderlich wäre. Denn die Strecke, die der Lichtstrahl in dieser verdichteten Ätherkugel zurückzulegen hätte, ist abhängig von der Stellung der Erde auf ihrer Bahn. Sie ist am kürzesten, wenn die Erde die gleiche Länge hat wie der Stern, und am längsten, wenn die Längen der Erde und des Sterns 180° verschieden sind. Das Wichtigste an dieser hypothetischen Refraktion ist jedoch, dafs sie einer anderen Verschiebung von jährlicher Periode gerade entgegenwirkt, nämlich der Parallaxe. Das wird sofort eingesehen, wenn man sich das aus Erde—Sonne—Stern gebildete Dreieck vor Augen stellt. Der Lichtstrahl Stern—Erde wird durch die Refraktion nach dem Einfallslot hingebrochen, und da dieses Einfallslot im Momente, wo der Strahl die Erde erreichte, die Linie Erde—Sonne selbst ist, so vergröfsert die Refraktion den Winkel Stern—Erde—Sonne. Der Stern erscheint uns also von seiner mittleren Lage nach der Seite weggeschoben, auf welcher sich die Sonne nicht befindet. Infolge der Parallaxe aber erscheinen uns die Sterne von ihrem wahren Orte, d. h. von der Sonne aus gesehen, nach der Seite verschoben, wo die Sonne steht; beide Male erfolgen die scheinbaren Verschiebungen in der Ebene des Dreiecks Erde—Stern—Sonne, aber nach verschiedenen Seiten des Visionsradius. Die Folge ist

nun die, dafs sämtliche Parallaxen zu klein gemessen werden, da wir stets nur die Differenz: Parallaxe minus Refraktion messen und die Konstante dieser Refraktion noch unbekannt ist. Da es Sterne gibt, die tatsächlich unmefsbar weit entfernt sind, also in Wahrheit die Parallaxe Null haben, während die Refraktion, wenn sie vorhanden ist, für jeden Stern merklich ist, so würde man bei solch unendlich weit entfernten Sternen dann eine negative Parallaxe messen. Tatsächlich sind solche negativen Parallaxen gemessen; dieselben konnten aber bislang immer entweder als Ausdruck von Beobachtungsfehlern angesehen oder dem Umstande zugeschrieben werden, dafs der Stern entfernter war als die Vergleichssterne. Die Konstante dieser Ätherrefraktion würde also gleich der gröfsten negativen Parallaxe sein, die je gemessen wird, allerdings nicht auf differentiellem Wege, da die Ätherrefraktionen für einander nahestehende Sterne den gleichen Betrag haben und die Messungen relativer Parallaxen daher von ihrer Wirkung frei sind. Nur die Bestimmung absoluter Parallaxen mit dem Meridiankreise kann die Frage zur Entscheidung bringen. Diese Methode hat aber wieder den Nachteil, dafs man sie auf die ganz schwachen Sterne, die vermutlich am weitesten entfernt sind, nicht anwenden kann, weil sie für dieses Instrument zu schwach sind.

Die Ätherrefraktion kann schliefslich auch veränderlich sein, wenn die Wärmestrahlung der Sonne Schwankungen teils unregelmäfsiger, teils periodischer Art unterworfen ist. Alles in allem wird durch die Annahme der hypothetischen Ätherrefraktion die Frage der Sternparallaxen noch delikater, als sie schon ist.



Spezifische Wirkungen des Fluoreszenzlichtes.

Die verschiedenen Strahlenarten lassen die Wissenschaft jetzt nicht zur Ruhe kommen. Noch tobt der Streit über die wirkliche oder zugesprochene Wirkung der im gewöhnlichen Mischlicht, d. h. im gesamten Licht der Sonne oder anderer künstlicher Lichtquellen enthaltenen verschiedenen Strahlengattungen, denen sich nicht minder die Erörterung über Röntgen- und Radiumstrahlen anschliefst — da ist man schon wieder einen Schritt weiter gegangen und hat diesmal eine schon seit langen Zeiten bekannte Lichtart in den Kreis der Betrachtungen gezogen. Und zwar sehr mit Recht, wie wir den Mitteilungen Tappeiners und Jesioneks in der Münch. Med. Wochenschrift*) entnehmen.

*) Münch. Med. Wochenschrift Nr. 17. 1903.

Allen ist das Leuchten gewisser Stoffe bekannt, nachdem sie dem Einflusse einer anderweiten Lichtquelle ausgesetzt waren, die sogenannte Fluoreszenz. So leuchtet z. B. der Barium-Platin-Cyanürschirm unter dem Einfluse der Röntgen- und Becquerelstrahlen auf, indem er durch diese lediglich auf dem Umwege des Fluoreszierens die Netzhaut des Auges erregt. Wenn man so eine zeitlang über dem Zweck das altbekannte Mittel dazu vernachlässigte, so sucht man auch diesem nunmehr gerecht zu werden.

O. Raab fand bereits bei Versuchen mit fluoreszierenden Stoffen, dafs verschiedene, an sich, d. h. im Dunkeln wenig giftige Stoffe, wenn sie im Licht zum Fluoreszieren gelangten, eine erhebliche Giftwirkung auf niedere Organismen, wie Infusorien, ausübten, und das sogar noch in selbst millionenfacher Verdünnung. Da diese Wirkung ausbleibt, wenn das zutretende Licht die Fluoreszenz erregenden Strahlen nicht mehr enthält, so müfste man dieselbe mit dieser in Zusammenhang befindlich erachten. Auf Grund dieser Erwägungen prüfte man auch den Einflufs auf Enzyme und Fermente, wobei sich ganz analog zeigte, dafs diese selbst bei sehr grofser Verdünnung des fluoreszierenden Farbstoffes unter Zutritt von Luft ihre spezifische Wirksamkeit nahezu oder vollständig einbüfsten. Ähnlich verhielten sich auch Toxine.

Doch scheinen nicht alle fluoreszierenden Substanzen die gleich starke Wirkung zu haben, vielmehr nur solche, deren Lichtabsorption im rein blauen und grünen Teil des Spektrums liegt. Das sind also die erregenden, auslösenden Strahlen, deren Abschlufs durch ein geeignetes Filter, als Experimentum crucis, die Giftwirkung des erzeugten Fluoreszenzlichtes auslöschen.

Den erwähnten Angriffsobjekten gegenüber sind nun nicht alle derartigen Farblösungen gleichwertig; einige wirken mehr auf Zellen, andere auf Toxine und Fermente. Am stärksten erwies sich das Eosin, ein in der mikroskopischen Technik bekanntes Färbemittel, welches auf alle Testobjekte einwirkte und z. B. in einer Verdünnung von 1 : 400 000 noch einen hemmenden Einflufs auf die Umwandlung der Stärke zeigte.

Da bezüglich der Toxine, als Produkte der krankheitserregenden Bakterien, ihr schädlicher Einflufs für den menschlichen Körper bekannt ist, so war es nur natürlich, dafs, wie bei den anderen Strahlenarten, auch hier eine Krankenbehandlung in geeigneten Fällen aussichtsreich erschien. Man ging also von der Ansicht aus, eine unter Einflufs des Lichtes fluoreszierende Farblösung mufs, mit er-

krankten Gewebsteilen des Körpers in Berührung gebracht, ihre Giftwirkung auf die vorhandenen Toxine, d. h. auf die schädlichen Produkte der Krankheitserreger entfalten und so Heilung bewirken.

Hierzu verwendeten Tappeiner und Jesionek auf der Münchener Klinik eine 5 prozentige, wässerige Eosinlösung, welche fortgesetzt auf die Krankheitsherde während der Bestrahlung mit Sonnen- oder starkem elektrischen Bogenlicht aufgepinselt wurde. Natürlich konnten zunächst nur oberflächliche Erkrankungen der Haut, möglichst parasitärer Natur, in Frage kommen. — Die Erfolge waren aufserordentlich interessant und günstig; die betreffenden Krankheitsvorgänge wurden schnell gebessert, teilweise fürs erste geheilt, so dafs diese Behandlungsmethode der weiteren Verfolgung wert erscheint. Freilich muss man alle derartigen Reaktionen krankhafter Vorgänge bezüglich endgültiger Beseitigung mit grofser Vorsicht betrachten, da es eine spezielle Eigentümlichkeit parasitärer, besonders bösartiger Hautkrankheiten ist, stellenweise unter dem Einflufs irgend eines reizenden Mittels, wohin auch die Fluorescenzstrahlen gehören, zu vernarben, während der krankhafte Vorgang an anderen Partien von neuem einsetzt. Das gilt auch insbesondere von den kürzlich für die Behandlung des Krebses so hoch gepriesenen Röntgen- und den diesen nahestehenden Becquerelstrahlen. Sie bieten in gleicher Weise, wie schon vielfach gebrauchte medikamentöse Stoffe, eine Art Ätzmittel dar, welches allerdings unserer modernen Technik besser entspricht als der Höllensteinstift und dergleichen. Mit Recht hat darum kürzlich v. Bergmann in medizinischen Kreisen Berlins ein erlösendes Wort gesprochen, indem er auf Grund seiner vielseitigen Erfahrung die Ärzteschaft und indirekt auch das Publikum vor übertriebenen Experimenten und Hoffnungen in obigem Sinne warnte.

Dr. med. Axmann-Erfurt.



Über den Zusammenhang zwischen optischen und elektrischen Eigenschaften der Metalle und über gewisse Schlüsse, die man daraus auf den Aufbau der Materie ziehen kann.

In einer 1903 in dem Berichte der Deutschen Physikalischen Gesellschaft erschienenen Arbeit haben Hagen und Rubens einen eigentümlichen Zusammenhang zwischen dem optischen Reflexionsvermögen von Metallen für lange Ätherwellen und ihrer Leitfähigkeit konstatiert. Es ist auf den ersten Blick nicht einzusehen, wie zwei

scheinbar so grundverschiedene Eigenschaften, wie optische Reflexion und elektrische Leitfähigkeit, irgendwie miteinander korrespondieren können.

Die Gröfse der Leitfähigkeit charakterisiert die Fortbewegungsfähigkeit der kleinsten Atomunterteile, der Elektronen, durch die Materie hindurch (vergl. diese Zeitschrift, Maiheft 1903). Das Reflexionsvermögen charakterisiert die Fähigkeit einer Metallfläche, auffallendes Licht zurückzuwerfen. Spiegel derselben Form von verschiedenen Metallen erscheinen verschieden „hell“, wenn man sie beleuchtet, haben also verschiedenes Reflexionsvermögen. Auch dies Reflexionsvermögen für Lichtwellen steht mit der Bewegung der Elektronen in engem Zusammenhang, und zwar mit der „Eigenschwingungsdauer“ derselben.

Hat z. B. in einem „Ätherwellenzug“ (aus verschiedenen Farben zusammengesetzter Strahl) eine Welle gerade dieselbe Schwingungsdauer, wie eine „Elektronensorte“ in den Atomen der Metalloberfläche, so findet „Resonanz“ statt (vergl. diese Zeitschrift, Augustheft 1901), d. h. die Energie der Wellen wird verbraucht, um die Bewegung der Elektronen zu verstärken, die Welle wird absorbiert.

Auch wenn keine Resonanz eintritt, wird ein Teil der Energie verbraucht, um die Oberfläche der Elektronen in erzwungene Schwingungen zu versetzen. Diese Energie wird nun nicht von der Eigenperiode, sondern lediglich von der Beweglichkeit der Elektronen in der Materie abhängen. Wenn uns so ein Zusammenhang zwischen Reflexionsvermögen und Leitfähigkeit schon bedeutend wahrscheinlicher gemacht ist, so überzeugt uns die Theorie von Maxwell vollends, indem sie diesen Zusammenhang mathematisch ausdrückt. Sie behauptet nämlich, dafs das Produkt aus der eindringenden Intensität (E) (also der nicht reflektierte Teil der Ätherwelle) und der Wurzel aus der Leitfähigkeit (k) bei allen Metallen einen konstanten Wert (C) haben müsse, eine bestimmte Wellenlänge (λ) vorausgesetzt. Mathematisch würde sich die Formel $E_\lambda \sqrt{k} = C_\lambda$ ergeben. Die Schwierigkeit, an der alle früheren experimentellen Untersuchungen über diesen Gegenstand scheiterten, bilden die obenerwähnten Resonanzerscheinungen, die in der Maxwellschen Theorie nicht in Betracht gezogen werden. Um die Schwierigkeit zu umgehen, bedienten sich Hagen und Rubens langer Wärmewellen von 0,012 bis 0,025 Millimeter (während die Länge der gelben Lichtwellen 0,006 mm beträgt). Es gelang ihnen in der Tat, die Maxwellsche Beziehung zu bestätigen, und zwar bei Silber, Gold, Kupfer, Platin, Nickel und

16 Legierungen, die in wechselnder Zusammenstellung die Metalle Silber, Gold, Platin, Nickel, Eisen, Zink, Cadmium, Zinn, Blei, Aluminium, Magnesium, Wismut und Kupfer enthielten.

Nachdem so der von der Theorie verlangte Zusammenhang einmal festgestellt ist, können wir umgekehrt aus den Abweichungen von der Theorie hei der Reflexion bestimmter kürzerer Lichtwellen auf Resonanzerscheinungen, also auf die Eigenschwingungsdauer der Metall-Elektronen schliefsen. Wir können z. B. sofort mit Sicherheit behaupten, dafs die Perioden der Metallelektronenschwingungen der Gröfse nach in dasselbe Gebiet fallen, wie die der sichtbaren Ätherwellen.

Durch die Untersuchungen von Hagen und Ruhens hat die moderne physikalische Theorie wieder eine neue Stütze erhalten, und wir werden mehr und mehr in der freudigen Überzeugung bestärkt, dafs wir mit der Anschauungsweise eines gesetzmäfsigen Zusammenhangs aller Naturerscheinungen auf dem richtigen Wege sind.

Dr. M. v. P.



Die Heissdampflokomotive steht momentan durch die Versuche auf der Strecke Marienfelde-Zossen im Vordergrund des Interesses. Von vornherein war es nicht die Absicht der Dampftechniker, mit dem elektrischen Schnellhahnwagen zu konkurrieren, aber sie haben sich die schöne Gelegenheit, auf einem ausnahmsweise starken und gesicherten Oherbau fahren zu können, nicht entgehen lassen. Es entsteht sogar die Frage, ob es nicht ein unabweisbares Bedürfnis ist, für ein so gewaltiges industrielles Unternehmen, wie es die Staatseisenbahn-Verwaltung darstellt, eine eigene und zwar hedeutend längere Strecke lediglich für Proben und Versuche zu hesitzen. Das im vorigen Jahre von dem Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure erlassene Preisausschreiben, betreffend den Entwurf einer modernen Dampflokomotive, hat insofern Erfolg gehaht, als von fünf Entwürfen wenigstens einer und zwar derjenige des Oher-Ingenieurs Peglow von der Berliner Maschinenhau-Aktiengesellschaft vormals L. Schwartzkopff prämiiert werden konnte. Da eine erhöhte Leistungsfähigkeit der Lokomotive zugleich mit einer erhöhten Wirtschaftlichkeit Hand in Hand gehen mufs, so haben im allgemeinen die Konstrukteure mit den althergebrachten Formen der Maschine insofern gebrochen, als sie statt des Zweizylinder-Systems das Vier- oder Dreizylinder-System, letzteres im sogenannten Compound-Verhande der Zy-

linder, angewendet haben. Am meisten Aussicht scheint jedoch die zweizylindrige Maschine mit Überhitzung des Dampfes auf Einführung in die Praxis zu haben. Bei ihr wird nicht der feuchte, aus dem Kessel entströmende Dampf sogleich in die Zylinder geleitet, sondern zunächst durch einen in der Rauchkammer unter dem Schornstein liegenden und von den heissen Abgasen umströmten Überhitzer geleitet. Man hat dann den Vorteil, trockenen Dampf in den Zylinder zu bekommen, der dort seine Energie ökonomischer und vollständiger abgibt. Eine nach dem Plan des Baurats Garbe hergestellte Maschine hat auf der allerdings sehr ebenen Marienfelder Versuchsstrecke mit einer Belastung von drei D-Zugwagen eine Höchstgeschwindigkeit von 135 km in der Stunde erreicht. Es ist ja selbstverständlich, dafs sich unsere gewöhnlichen Eisenbahnstrecken mit einer so enormen Geschwindigkeit wegen ihres leichteren Oberbaues und namentlich wegen der stärkeren Steigungsverhältnisse und scharfen Krümmungen nicht befahren lassen. Es steht aber doch zu hoffen, dafs die Heifsdampf-Lokomotive berufen ist, wenigstens auf einigen Strecken eine geringe Steigerung des Schnellzugverkehrs, etwa bis auf 100 km pro Stunde, zu ermöglichen. Im Lokalbetriebe dürfte sie vor allen Dinge n eine gröfsere Ersparnis an Betriebskosten mit sich bringen. Der aufmerksame Beobachter kann jetzt bereits vor den Zügen der Berliner Stadtbahn, namentlich im Vorortverkehr, dreifach gekuppelte und an ihrem starken Vorbau unter dem Schornstein erkenntliche Heifsdampflokomotiven bemerken. Dieser neue Maschinentypus zeichnet sich auch sonst durch die dem amerikanischen Vorbild ähnelnde aufserordentlich hohe Lage des Kessels aus. D.



Muscheln als Überträger von Typhusbazillen.

Vor allem die Herzmuschel (Cardium edule) wie gewisse andere kleine Muscheln sind, wie „Nature“ berichtet, für die ärmere Bevölkerung Londons eine willkommene Speise. Leider ist aber mit dem Genufs dieser mit Kanalstoffen behafteten Mollusken leicht eine Übertragung von Typhusbazillen verbunden. Selbst das Abkochen der Muscheln kann die Gefahr nicht ganz beseitigen. Da nämlich einerseits die Typhusbazillen nur durch längeres Kochen absterben, durch eine derartige Behandlung die Marktware aber zusammenschrumpft und unansehnlich wird, so wird das Abkochen der Muscheln in sehr

oberflächlicher Weise vorgenommen: die gefüllten Netze werden nur kurze Zeit in siedendes Wasser gehalten, aber noch bevor das durch die verhältnismäfsig kalten Muscheln abgekühlte Wasser von neuem zu kochen beginnt, wieder herausgezogen. Auf Grund von eingehenden Versuchen der Fishmongers Company erweist sich die Behandlung der Muscheln mit Dampf als viel geeigneteres Desinfektionsmittel. Zwar verlieren die Mollusken durch eine Dampfbehandlung von 10 Minuten ihr gutes Aussehen, sind aber dann schon nahezu keimfrei und selbst unschädlich, wenn man dieses von den ärmeren Schichten der Bevölkerung so begehrte Genufsmittel nur 5 Minuten der Einwirkung des Dampfes aussetzt. Durch dieses Verfahren kann man daher die Konsumenten vor einer Infektion durch den mit Recht gefürchteten Typhusbazillus einigermafsen schützen.

Dr. Martin Heidrich.





Webers illustrierte Katechismen. Leipzig. Verlag von J. J. Weber.
No. 57. Kollert, Prof. Dr. Julius. Katechismus der Physik. Sechste verbesserte und vermehrte Auflage. 1903. 593 S. Preis 7 M.
No. 70. Huber, Katechismus der Mechanik. Siebente Auflage, neu bearbeitet von Prof. Walther Lange. 1902. 269 S. Preis 3,50 M.

Die Brauchbarkeit und Beliebtheit der vorliegenden Bücher folgt schon aus der Zahl der Auflagen, die in einer kurzen Reihe von Jahren erforderlich gewesen sind. Bei beiden Büchern haben die Verfasser dauernd durch mehr oder weniger tiefgreifende Umarbeitungen dafür gesorgt, dafs kein Stillstand eintritt. Sicher ist das Fortschreiten mit der Zeit nützlich und wünschenswert Man kann aber auch des Guten zu viel tun. Ein Katechismus kann nur ein kurzer Abrifs des Wichtigsten sein wollen, nicht ein Handbuch, das bis auf den Moment des Abschlusses alles enthält. Gehören die neuesten Arbeiten, z. B. die von Blondlot, in einen Katechismus? Dafs er die Polarisation der Röntgenstrahlen nachgewiesen hat, ist ja schon überholt, Blondlot hat ganz neue Strahlen entdeckt, doch hat sie nach den Mitteilungen der Naturforscherversammlung 1903 anscheinend bis dahin niemand aufser ihm gesehen. Bis solch Neuestes besser geklärt ist, braucht ein Katechismus wohl nicht davon zu sprechen. — Ob ferner ein Leser sich aus den wenigen Zeilen S. 246 über die Protuberanzen ein Bild machen kann, ohne die Kummersche Abhandlung über den zur Oberfläche eines Planeten zurückkehrenden Strahl und die Theorie über die Gasnatur der Sonne zu kennen? — Zur Verbesserung sei empfohlen die Notiz auf S. 446 über Nebenschlufs- und Hauptstromlampen; bei der Nebenschlufslampe fehlt eine Angabe darüber, wie der Bogen durch eine Spiralfeder zustande kommt. Auch dürften die Hauptstromlampen, die in der Regina-, Liliputlampe usw. vielen vor Augen kommen, nicht so kurz erledigt werden; ebenso findet man heute so oft Effektkohlen mit Metallzusatz, so dafs auch sie Erwähnung finden müssen. S. 255 steht ein sinnstörender Druckfehler: die Stäbchen sind nicht gemeint, sondern zweimal die Zapfen. — Zur Gewinnung von fester Kohlensäure (S. 319) bedarf man keiner Kältemischung; man neigt die Flasche, bindet einen Beutel vor die Öffnung und läfst das Gas ausströmen, dann füllt sich der Beutel ganz von allein mit fester Kohlensäure. — Bei den Notizen über die Kältemischungen (S. 318) fehlt die Anfangstemperatur der Bestandteile, die doch für das Resultat wichtig ist. A. S.

Dr. Ludwig Rellstab: Die elektrische Telegraphie. Mit 19 Figuren. Leipzig. Göschen 1903. Sammlung Göschen No. 172. Preis 0,80 M.

Der Verfasser bespricht zunächst einige allgemeine Fragen, aus denen besondere die Behandlung der Leitungen, Schaltungen und wichtigsten Messungen genannt seien; daran schliefst sich eine Beschreibung der wichtigsten Systeme des Ferndruckers, der automatischen Schnelltelegraphie, Kabel- und Funkentelegraphie. Die Auswahl des dargestellten Stoffes und die Art der Behandlung ist vortrefflich. A. S.

Dr. Felix Auerbach, Prof.: Das Zeisswerk und die Carl-Zeiss-Stiftung in Jena. Ihre wissenschaftliche, technische und soziale Entwickelung und Bedeutung, für weitere Kreise dargestellt. Mit 78 Abbildungen im Text. Jena 1903. Fischer. 109 S.

Ähnlich wie Krupp trotz aller pekuniären und technischen Schwierigkeiten seine Ideen über die Verarbeitung des Gufsstahls bis zum glänzenden Erfolg durchgeführt hat, so hat auch Carl Zeiss, der 1846 unter den allerkleinsten Verhältnissen eine Werkstatt in Jena einrichtete, sich allmählich, nach damaliger Methode rein empirisch, zu guten Mikroskopen durchgearbeitet und hat später, aller Gefahren und Opfer ungeachtet, die Empirie fallen lassen, um — besonders unter der Hilfe von Ernst Abbe — die Konstruktion von Mikroskopen nach rein theoretischen Unterlagen zu beginnen. Was damit geleistet worden ist, ist bekannt. Dank der Unterstützung des preufsischen Kultusministeriums unter Gofsler konnte Zeiss mit Otto Schott zusammen 1884 die Jenaer Glasfabrik Schott und Genossen errichten, der wir schwer schmelzbares Glas für Thermometer und chemische Geräte, sowie mannigfache Gläser für optische Zwecke verdanken. Was die Firma Zeiss sonst noch an Mefsapparaten, Fernrohren usw. geleistet hat, dürfte den Lesern von „Himmel und Erde" im allgemeinen bekannt sein. Weniger genau bekannt aber dürfte es sein, wie grofs für Jena die wirtschaftliche Bedeutung der Fabrik ist, die über 1400 Angestellte besitzt, über 2 Millionen Mark an Löhnen und Gehältern zahlt, einen Umsatz von etwa 4 Millionen hat und allein für gemeinnützige Zwecke (Universität u. a.) über 3 Millionen bisher gespendet hat.

Dr. P. Ferchland: Grundrifs der reinen und angewandten Elektrochemie. Halle a. S. 1903. Knapp. 271 S.

Das Buch gehört in die Reihe der von Engelhardt herausgegebenen Monographien über angewandte Elektrochemie. Es enthält einen Abschnitt über die Elektrolyse, in dem die grundlegenden Theorien und Versuche von Faraday, Hittorf, Clausius, Arrhenius, Kohlrausch und Nernst u. a. für den Laien sehr verständlich dargestellt sind. Der zweite Abschnitt behandelt die Änderungen der Energie bei elektrischen Prozessen, der letzte gibt kurze Nachrichten über einige technische Elektrolysen. Ziel, Umfang und die Behandlungsweise des Stoffes entsprechen ungefähr dem bekannten und sehr verbreiteten Leitfaden von Lüpke, dem das vorliegende Buch gleichwertig an die Seite treten kann.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

